ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

1906 г. ТОМЪ 7 № 3.

Попытка химическаго пониманія мірового эѳира.

Д. И. Менделѣевъ.

Какъ рыба объ ледъ, испоконъ вѣковъ билась мысль мудрецовъ въ своемъ стремленіи къ единству во всемъ, т.-е. въ исканіи „начала всѣхъ началъ“, но добилась лишь того, что все же должна признавать нераздѣльную, однако и не сливаемую, познавательную троицу вѣчныхъ и самобытныхъ: вещества (матеріи), силы (энергіи) и духа, хотя разграничить ихъ до конца, безъ явнаго мистицизма, невозможно. Различеніе и даже противоположеніе, еще нерѣдко встрѣчающееся въ видѣ остатка отъ среднихъ вѣковъ, лишь матеріальнаго отъ духовнаго, или —что того менѣе обще—лишь покоя отъ движенія, не выдержало пытливости мышленія, потому что выражаетъ крайность и, главное, потому, что покоя ни въ чемъ, даже въ смерти, найти не удается, а духовное мыслимо лишь въ абстрактѣ, въ дѣйствительности же познается лишь чрезъ матеріально ощущаемое, т. е. въ сочетаніи съ веществомъ и энергіею, которая сама по себѣ тоже не сознаваема безъ матеріи, такъ какъ движеніе требуетъ и предполагаетъ движущееся, которое само по себѣ лишь мысленно возможно безъ всякаго движенія и называется веществомъ. Ни совершенно слить, ни сосовершенно отдѣлить, ни представить какія либо переходные формы для духа, силы и вещества не удается никому, кромѣ явныхъ мистиковъ и тѣхъ крайнихъ, которые не хотятъ знать ни про что духовное: разумъ, волю, желанія, любовь и само-

сознаніе. Оставимъ этимъ мистикамъ ихъ дуализмъ, а обратимъ вниманіе на то, что вѣчность, неизмѣнную сущность, отсутстіе новаго происхожденія или исчезновенія и постоянство эволюціонныхъ проявленій или измѣненій признали люди не только для духа, но и для энергіи или силы, равно какъ и для матеріи или вещества. Научное пониманіе окружающаго, а потому и возможность обладанія имъ для пользы людской, а не для одного простого ощущенія (созерцанія) и болѣе или менѣе романтическаго (т.-е. латинско-средневѣкового) описанія, начинается только съ признанія исходной вѣчности изучаемаго, какъ видно лучше всего надъ химіею, которая, какъ чистая, точная и прикладная наука—ведетъ свое начало отъ Лавуазье, признавшаго и показавшаго „вѣчность вещества", рядомъ съ его постоянною, эволюціонною измѣнчивостью. Такое, еще во многомъ смутное, но все же подлежащее уже анализу пониманіе исходной троицы познанія (вещество, сила и духъ) составляетъ основу современнаго реализма, глубоко отличающагося какъ отъ древняго, такъ и отъ еще недавняго, даже еще донынѣ распространеннаго унитарнаго матеріализма, который все стремится познать изъ вещества и его движенія [1]), и отъ еще болѣе древняго и также кой-гдѣ еще не забытаго унитарнаго же спиритуализма, все какъ-будто понимающаго, исходя изъ одного духовнаго. Думаю даже, что современный „реализмъ" яснѣе и полнѣе всего характеризуется признаніемъ вѣчности, эволюцій и связей: вещества, силъ и духа.

[1]) По Демокриту, писавшему лѣтъ за 400 до Р. Х.: „духъ, какъ и огонь, состоитъ изъ мелкихъ, круглыхъ, гладкихъ, наиболѣе удобоподвижныхъ, легко и всюду проникающихъ атомовъ, движеніе которыхъ составляетъ явленіе жизни". Думаю, что ничего сколько-либо подобнаго этому не снилось даже въ бреду ни одному современному естествоиспытателю и даже отъявленному матеріалисту новыхъ временъ. У классиковъ древности куча такихъ рѣзкихъ и лишнихъ крайностей, которыми попутно (конечно, противъ воли разумныхъ педагоговъ) и невольно заражается молодежь, когда въ основу начальнаго общаго образованія кладутъ обладаніе классическою подготовкою. Классическая мудрость вошла во все реальное, но съ классическими глупостями пора бы покончить, какъ кончили со многимъ, неизбѣжнымъ въ первые періоды появленія строгаго мышленія. Лучше уже сочинять новый вздоръ, чѣмъ повторять старый, приведшій классиковъ къ непрочности какъ въ мышленіи, такъ и въ общественныхъ отношеніяхъ.

Такъ, сколько я понимаю, мыслятъ вдумчивые естествоиспытатели-реалисты [1]), и это ихъ въ нѣкоторой мѣрѣ успокоиваетъ, когда они изучаютъ вещество, его формы и силы въ немъ дѣйствующія, и когда они стремятся узнать ихъ предвѣчныя закономѣрности. Но у нихъ есть свои побочныя причины постояннаго безпокойства. Ихъ много. Одну изъ нихъ выбираю предметомъ статьи, а именно міровой эѳиръ, или просто „эѳиръ". Въ извѣстной краткой энциклопедіи Ларусса (Pierre Larousse, Dictionnaire complet illustré), составляющей въ нѣкоторомъ смыслѣ экстрактъ и перечень современно-извѣстнаго и признаннаго, вотъ какъ опредѣляется «эѳиръ» (éther): „жидкость невѣсомая, упругая, наполняющая пространство, проникающая во всѣ тѣла и признаваемая физиками за причину свѣта, тепла, электричества и проч.". Сказано немного, но достаточно для того, чтобы смущать вдумчивыхъ естествоиспытателей. Они не могутъ не признать за эѳиромъ свойствъ вещества (здѣсь „жидкости"), а въ то же время придумали его, какъ міровую «среду», наполняющую все пустое пространство и всѣ тѣла, чтобы уразумѣть хоть сколько-нибудь при помощи движенія этой среды передачу энергіи на разстоянія, и признали въ этой средѣ разнообразныя перемѣны строенія (деформаціи) и возмущенія (пертурбаціи), какія наблюдаются въ твердыхъ тѣлахъ, жидкостяхъ и газообразныхъ веществахъ, чтобы ими толковать явленія свѣта, электричества и даже тяготѣнія. Въ этой жидкой средѣ нельзя показать вѣсомости, если эта жидкость всюду и все проникаетъ, какъ нельзя было знать вѣсомости воздуха, пока не нашли воздушныхъ насосовъ, способныхъ удалять воздухъ. Но нельзя и отрицать вѣсомости эѳира, потому что со временъ Галилея и Ньютона способность притягиваться, т.-е. вѣсить, составляетъ первичное опредѣленіе вещества. Путемъ совокупности предположеній В. Томсонъ (лордъ Кельвинъ) пришелъ къ выводу, что кубическій метръ эѳира долженъ вѣсить примѣрно, не менѣе 0,000000000000000001

---

[1]) Но между истинными естествоиспытателями несомнѣнно существуютъ, во-первыхъ, невдумчивые эмпирики, во-вторыхъ, матеріалисты и, въ-третьихъ, свои спиритуалисты, но полагаю, что число невдумчивыхъ быстро уменьшается, матеріалистовъ осталось очень уже немного, спиритуалистовъ же и подавно.

грамма, если куб. метръ воды вѣситъ около 1000000 граммовъ [1]), а для легчайшаго—водороднаго газа при 0° и при обыкновенномъ атмосферномъ давленіи куб. метръ вѣситъ около 90 граммовъ. Въ совершенно законномъ стремленіи придать эѳиру вѣсомость или массу начинается то безпокойство вдумчивыхъ естествоиспытателей, о которомъ сказано выше, потому что рождается вопросъ: да при какомъ же давленіи и при какой же температурѣ эѳиру свойственъ указанный вѣсъ? Вѣдь, и для воды и водорода при ничтожно малыхъ давленіяхъ или при громадныхъ повышеніяхъ температуры должно ждать такой же малой плотности, какая выше указана для эѳира. Если дѣло идетъ о плотности эѳира въ междупланетномъ пространствѣ, то тамъ и водяные пары, и водородъ не могутъ имѣть, несмотря на низкую температуру, видимой измѣримой плотности, такъ какъ тамъ давленія, опредѣляемыя тяготѣніемъ, ничтожны. Умственно можно представить, что междупланетное пространство наполнено такими разрѣженными остатками всякихъ паровъ и газовъ. Даже тогда получится согласіе съ извѣстными космогоническими гипотезами Канта, Лапласа и др., стремящимися выяснить единство плана образованія міровъ; поймется однообразіе химическаго состава всей вселенной, указанное спектрометрическими изслѣдованіями, такъ какъ по существу установится обмѣнъ—чрезъ посредство эѳира—между всѣми мірами. Изслѣдованіе упругости или сжимаемости газовъ подъ малыми давленіями, задуманное мною въ 70-хъ годахъ и отчасти тогда же выполненное, имѣло, между прочимъ, цѣлью прослѣдить, насколько то возможно для имѣющихся способовъ измѣреній малыхъ давленій, измѣненія въ газахъ, находящихся подъ малыми давленіями. Подмѣченныя для всѣхъ газовъ (мною съ М. Л. Кирпичевымъ, 1874) такъ называемыя положительныя отступленія отъ Бойль-Маріоттова закона, затѣмъ подтвержденныя многими и, между прочимъ, Рамзаемъ (хотя до сихъ

---

[1]) Другіе, напримѣръ, между русскими И. О. Ярковскій, въ брошюрѣ: „Плотность свѣтового эѳира“ (Брянскъ 1901 г. Эта брошюра стала мнѣ извѣстною только послѣ окончанія этой статьи), признаютъ иную плотность эѳира, чѣмъ В. Томсонъ, исходя изъ иныхъ соображеній. Для нашей цѣли важна не численная величина, а стремленіе найти ее, показывающее, что по общему сознанію эѳиръ есть вещество вѣсомое.

поръ и непризнаваемыя еще нѣкоторыми изслѣдователями) до нѣкоторой степени указываютъ на единообразіе поведенія всѣхъ газовъ и на стремленіе ихъ при уменьшеніи давленія къ нѣкоторому предѣлу въ расширеніи, какъ есть предѣлъ для сгущенія—въ сжиженіи и критическомъ состояніи [1]). Но въ наблюденіи очень малыхъ давленій встрѣтились непреоборимыя трудности, тѣмъ большія, что для опредѣленія очень малыхъ давленій оказалось невозможнымъ замѣнить ртуть болѣе легкими жидкостями (напр. сѣрною кислотою или нефтяными маслами), потому что онѣ оказались способными выдѣлять изъ себя въ манометрическую пустоту ничтожно малыя, однако ясно видимыя количества какихъ-то газовъ, хотя были предварительно недѣлями выдержаны при 100^0 въ пустотѣ, доставляемой лучшими насосами. Такимъ образомъ практически оказалось невозможнымъ сколько-нибудь измѣрять давленія меньшія, чѣмъ въ десятыя доли миллиметра высоты ртутнаго столба, а это—когда дѣло идетъ о разрѣженіяхъ, подобныхъ тѣмъ, какія надо предполагать даже на высотѣ 50 километровъ надъ уровнемъ нашихъ морей—черезчуръ большія величины. Поэтому представленіе объ эѳирѣ, какъ сильно разрѣженномъ газѣ атмосферы, не можетъ донынѣ подлежать опытному изслѣдованію и измѣренію, которыя одни способны наводить (индуцировать) мысль на правильные пути и приводить затѣмъ къ слѣдствіямъ, опять подлежащимъ опытной и измѣрительной повѣркѣ.

Но и помимо этого, представленіе о міровомъ эѳирѣ, какъ предѣльномъ разрѣженіи паровъ и газовъ, не выдерживаетъ даже первыхъ приступовъ вдумчивости—въ силу того, что эѳиръ нельзя представить иначе, какъ веществомъ, все и всю-

---

[1]) Уже съ 70-хъ годовъ у меня назойливо засѣлъ вопросъ: да что же эѳиръ въ химическомъ смыслѣ? Онъ тѣсно связанъ съ періодическою системою элементовъ, ею и возбудился во мнѣ, но только нынѣ я рѣшаюсь говорить объ этомъ. Сперва и я полагалъ, что эѳиръ есть сумма разрѣженнѣйшихъ газовъ въ предѣльномъ состояніи. Опыты велись мною при малыхъ давленіяхъ—для полученія намековъ на отвѣтъ. Но я молчалъ, потому что не удовлетворялся тѣмъ, что представлялось при первыхъ опытахъ. Теперешній мой отвѣтъ иной, онъ тоже не вполнѣ удовлетворяетъ меня. И я бы охотно еще помолчалъ, но у меня уже нѣтъ впереди годовъ для размышленій и нѣтъ возможностей для продолженія опытныхъ попытокъ, а потому рѣшаюсь изложить предметъ въ его незрѣломъ видѣ, полагая, что замалчивать—тоже неладно.

ду проникающимъ; парамъ же и газамъ это не свойственно. Они сгущаемы при увеличеніи давленій, и ихъ нельзя представить содержащимися во всѣхъ веществахъ, хотя они и широко распространены во всѣхъ тѣлахъ природы, даже въ аэролитахъ. Притомъ—и это всего важнѣе—они, по своей химической природѣ и по своимъ отношеніямъ къ другимъ веществамъ, безконечно разнообразны, эѳиръ-же однообразенъ всюду, на сколько то намъ извѣстно. Будучи разнородны по своимъ химическимъ свойствамъ, извѣстные намъ пары и газы должны были бы химически разнообразно воздѣйствовать на тѣла, которыя они проникаютъ, если бы эѳиръ былъ ихъ совокупностью.

Прежде чѣмъ идти далѣе, считаю неизбѣжно необходимымъ оговориться въ отношеніи здѣсь и далѣе вводимыхъ мною химическихъ соображеній. Избѣжать ихъ при обсужденіи міроваго эѳира было трудно, но во времена Галилея и Ньютона еще возможно. Нынѣ же это было бы противно самымъ основнымъ началамъ дисциплины естественной философіи, потому что со временъ Лавуазье, Дальтона и Авогадро-Жерара химія получила всѣ высшія права гражданства въ обществѣ наукъ о природѣ и, поставивъ массу (вѣсъ) вещества во главѣ всѣхъ своихъ обобщеній, пошла за Галилеемъ и Ньютономъ. Мало того, чрезъ химію, только при ея пріемахъ, дѣйствительно вкоренилось во всемъ естествознаніи стремленіе искать рѣшенія всякихъ задачъ, касающихся конечныхъ, измѣримыхъ тѣлъ и явленій, въ постиженіи взаимодѣйствія безпредѣльно малыхъ ихъ отдѣльностей, называемыхъ атомами, но въ сущности (по реальному представленію) мыслимыхъ, какъ химически недѣлимые индивидуумы, ничего общаго не имѣющихъ съ механически-недѣлимыми атомами древнихъ метафизиковъ. Доказательства этому послѣднему многочислены, но достаточно упомянуть о томъ, что современные атомы не разъ объясняли вихревыми кольцами (vortex), что и понынѣ живо стремленіе понять сложеніе химическихъ атомовъ или другъ изъ друга, или изъ „первичной матеріи" и что какъ-разъ въ послѣднее время, особенно по поводу радіо-активныхъ веществъ, стали признавать дѣленіе химическихъ атомовъ на болѣе мелкіе „электроны", а все это логически не было бы возможно, если бы „атомы" признавались механически недѣлимыми. Химическое міросозерцаніе можно выразить образно, уподобляя атомы химиковъ

небеснымъ тѣламъ: звѣздамъ, солнцу, планетамъ, спутникамъ, кометамъ и т. п. Какъ изъ этихъ отдѣльностей (индивидуумовъ) слагаются системы, подобныя солнечной или системамъ двойныхъ звѣздъ, или нѣкоторымъ созвѣздіямъ (туманностямъ) и т. п., такъ представляется сложеніе изъ атомовъ цѣлыхъ частицъ, а изъ частицъ — тѣлъ и веществъ Это для современной химіи не простая игра словъ или не одно уподобленіе, а сама реальность, руководящая всѣми изслѣдованіями, всякими анализами и синтезами химіи. У нея свой микрокосмъ въ невидимыхъ областяхъ, и, будучи архиреальною наукою, она все время оперируетъ съ невидимыми своими отдѣльностями, вовсе не думая считать ихъ механически недѣлимыми. Атомы и частицы (молекулы), о которыхъ неизбѣжно говорится во всѣхъ частяхъ современной механики и физики, не могутъ быть чѣмъ-либо инымъ, какъ атомами и частицами, опредѣляемыми химіей, потому что того требуетъ единство познанія. Поэтому и метафизика нашего времени, если желаетъ помогать познанію, должна понимать атомы такъ же, какъ ихъ понимать могутъ естествоиспытатели, а не на манеръ древнихъ метафизиковъ китайско-греческаго образца. Если Ньютоново всеміріое тяготѣніе реально раскрыло силы, всегда дѣйствующія даже на безпредѣльно большихъ разстояніяхъ, то познаніе химіи, внушенное Лавуазье, Дальтономъ и Авогадро-Жераромъ, раскрыло силы, всегда дѣйствующія на неизмѣримо малыхъ разстояніяхъ, и показало какъ громадность этихъ силъ (что видно, напримѣръ, изъ того, что силами этими легко сжижаются газы, подобные водороду, едва недавно сжиженному совокупностью физическихъ и механическихъ усилій), такъ и превращаемость ихъ во всѣ прочіе виды проявленія энергіи, такъ какъ химическими силами (напр. при горѣніи) достигаются механическія и физическія. Поэтому всѣ современныя основныя понятія естествознанія—слѣдовательно и міровой эѳиръ—неизбѣжно необходимо обсудить подъ совокупнымъ воздѣйствіемъ свѣдѣній механики, физики и химіи, и, хотя понятіе объ эѳирѣ родилось въ физикѣ, и хотя скептическая индефферентность старается во всемъ усмотрѣть „рабочую гипотезу“, вдумчивому естествоиспытателю, ищущему саму дѣйствительность, какова она есть, и не довольствующемуся смутными картинами волшебнаго фонаря фантазіи, хотя

бы украшеннаго логичнѣйшимъ анализомъ, нельзя не задаваться вопросомъ: что же такое это за вещество въ химическомъ смыслѣ?

Моя попытка и начинается съ этого вопроса.

Ранѣе, чѣмъ излагать свой посильный отвѣтъ на вопросъ о химической природѣ эѳира, считаю долгомъ высказаться о мнѣніи, которое читалъ между строкъ и не разъ слыхалъ отъ своихъ ученыхъ друзей, вѣрящихъ въ единство вещества химическихъ элементовъ (или простыхъ тѣлъ) и въ происхожденіе ихъ изъ одной первичной матеріи. Для нихъ эѳиръ содержитъ эту первичную матерію въ несложившемся видѣ, т.-е. не въ формѣ элементарныхъ химическихъ атомовъ и образуемыхъ ими частицъ и веществъ, а въ видѣ составного начала, изъ котораго сложились сами химическіе атомы. Нельзя не признать въ такомъ воззрѣніи увлекательной стороны. Какъ міры представляютъ иногда сложившимися изъ разъединенныхъ тѣлъ (твердой космической пыли, болидовъ и т. п.), такъ атомы представляютъ происшедшими изъ первичнаго вещества. Сложившіеся міры остаются, но рядомъ съ ними остаются въ пространствѣ космическая пыль, кометы, болиды и т. п. матеріалы, изъ которыхъ предполагается ихъ сложеніе уже многими. Такъ остаются и сложившіеся атомы, но рядомъ съ ними сохранился и между ними движется ихъ матеріалъ, т.-е. всепроникающій и первозданный эѳиръ. Одни при этомъ полагаютъ, что есть рядъ видимыхъ явленій, при которыхъ атомы разсыпаются въ свою пыль, т.-е. въ первичную матерію, какъ разсыпаются кометы въ потоки падающихъ звѣздъ. Химики и физики, такъ думающіе, представляютъ, что какъ геологическія измѣненія или какъ сложеніе и распаденіе міровъ идутъ передъ нашими глазами, такъ предъ нами же въ тиши разрушаются и вновь слагаются и атомы въ своей вѣчной эволюціи. Другіе, не отрицая такой возможности—въ видѣ особо рѣдкаго и исключительнаго случая, считаютъ міръ атомовъ сложеннымъ въ твердь прочно и полагаютъ невозможнымъ направить опытъ на то, чтобы уловить это, т.-е. считаютъ невозможнымъ на опытѣ разсыпать атомы въ первичную матерію или образовать изъ нея на нашихъ глазахъ новые атомы химическихъ элементовъ, т.-е. процессъ ихъ происхожденія понимаютъ разъ бывшимъ и законченнымъ навсегда, а въ эѳирѣ видятъ остат-

ки, отбросы. Съ послѣдними—реалистамъ не приходится считаться, потому что при такомъ представленіи мыслители руководятся не слѣдствіями изъ наблюденій или опытовъ, а только воображеніемъ, свобода котораго обезпечена въ республикѣ науки. Но съ первыми, т.-е. съ истинными поклонниками продолжающейся эволюціи вещества атомовъ, считаться химическому реализму неизбѣжно, потому что исходныя положенія нашей науки состоятъ не только въ томъ, что вся общая масса вещества постоянна, но постоянны и тѣ формы вещества, которыя понимаются какъ элементарные атомы и въ отдѣльности являются какъ „тѣла простыя", признаваемыя неспособными превращаться другъ въ друга. Если бы эѳиръ происходилъ изъ атомовъ и атомы изъ него слагались, то нельзя было бы отрицать образованія новыхъ, небывалыхъ атомовъ и должно было бы признавать возможность исчезанія части простыхъ тѣлъ, взятыхъ въ дѣло, при тѣхъ или иныхъ наблюденіяхъ и опытахъ. Давно-давно масса людей, по старому предразсудку, вѣритъ въ такую возможность и, если бы это мнѣніе не сохранялось въ наши дни, не являлись бы Емменсы въ С. А. С. Штатахъ, стремящіеся, по манерѣ алхимиковъ, превратить серебро въ золото, или такіе ученые, какъ Фиттика (F. Fittica), въ Германіи, который еще недавно, въ 1900 году, старался доказывать, что фосфоръ можетъ превращаться въ мышьякъ. Множество случаевъ подобнаго превращенія однихъ простыхъ тѣлъ въ другія описывалось въ тѣ 50 лѣтъ, въ теченіе которыхъ я внимательно слѣжу за химической литературой. Но каждый разъ, при тщательномъ изслѣдованіи подобныхъ случаевъ оказывалась или простая ошибка предубѣжденія, или недостаточная точность изслѣдованія, и вновь [1]) защищать индивидуальную самобытность химическихъ элементовъ я здѣсь не предполагаю. Мнѣ слѣдовало, однако, напомнить объ этомъ, разсматривая эѳиръ, потому что, помимо химической бездока-

[1]) Объ этомъ, еще и донынѣ нерѣдко выплывающемъ изъ безбрежнаго океана мысли, предубѣжденіи я, съ своей стороны, высказался со всею возможною для меня ясностью въ одномъ изъ фарадеевскихъ чтеній въ Лондонскомъ химическомъ обществѣ $\frac{24 \text{ мая}}{4 \text{ іюня}}$ 1889 г. (см. Менделѣевъ: „Два Лондонскихъ чтенія") и въ особой статьѣ „Золото изъ серебра", помѣщенной въ „Журналѣ журналовъ" 1897 г. (редактировавшемся проф. Тархановымъ), а потому не считаю надобнымъ возвращаться къ этому, мнѣ кажется, скучному предмету.

зательности, мнѣ кажется, невозможно сколько-либо реальное пониманіе эѳира, какъ перваго вещества, потому что у веществъ первѣйшими принадлежностями должно считать массу или вѣсъ и химическія отношенія: первую—для пониманія большинства явленій при всѣхъ разстояніяхъ, вплоть до безконечно большихъ, а вторыя—при разстояніяхъ неизмѣримо малыхъ или соизмѣримыхъ съ величинами тѣхъ мельчайшихъ отдѣльностей, которыя называютъ атомами. Если бы дѣло шло объ одномъ томъ эѳирѣ, который наполняетъ пространство между міровыми тѣлами (солнцемъ, планетами и т. п.) и передаетъ между ними энергію, то можно было бы—съ грѣхомъ пополамъ, ограничиваться только предположеніемъ о массѣ, не касаясь его химизма, можно было бы даже считать эѳиръ содержащимъ „первичную матерію", какъ можно говорить о массѣ планеты, не касаясь ея химическихъ составныхъ началъ. Но вполнѣ, такъ сказать, безкровный, ближе ничѣмъ не опредѣляемый эѳиръ окончательно теряетъ всякую реальность и составляетъ причину безпокойства вдумчивыхъ естествоиспытателей, лишь только спускаемся съ неба на землю и признаемъ его проникающимъ всѣ тѣла природы. Необходимость легкаго и полнаго проникновенія тѣлъ эѳиромъ слѣдуетъ признать не только ради возможности пониманія множества общеизвѣстныхъ физическихъ явленій, начиная съ оптическихъ (надъ чѣмъ не считаю надобнымъ останавливаться), но и по причинѣ великой упругости и, такъ сказать, тонкости эѳирнаго вещества, атомы котораго всегда и всѣ представляютъ себѣ не иначе, какъ очень малыми сравнительно съ атомами и частицами химически извѣстныхъ веществъ, т. е. подобными аэролитамъ среди планетъ. Притомъ такая проницаемость эѳиромъ всѣхъ тѣлъ объясняетъ и невозможность уединить это вещество, какъ нельзя собрать ни воды, ни воздуха въ рѣшетѣ, какимъ для эѳира должно считать всякія твердыя или иныя вещества и преграды. Способность эѳира проникать всюду, во всѣ тѣла можно, однако, понимать, какъ высшую степень развитія того проникновенія газовъ чрезъ сплошныя преграды, которые Гремъ изучалъ для каучука въ отношеніи многихъ газовъ, а Девилль и др. нашли для желѣза и платины по отношенію къ водороду [1]).

[1]) Нынѣ (съ 1904 г.) доказана проницаемость газовъ при повышенной температурѣ не только для стекла, фарфора и т. п., но и для кварца.

Обладая малымъ вѣсомъ атома и низшею изъ всѣхъ извѣстныхъ газовъ плотностью, водородъ не только вытекаетъ или диффундируетъ сильнѣе или быстрѣе всякихъ другихъ газовъ чрезъ малѣйшія отверстія, но способенъ проникать и чрезъ сплошныя стѣнки такихъ металловъ, какъ платина и особенно палладій, чрезъ которые другіе газы не проникаютъ. Но тутъ несомнѣнно дѣйствуетъ не только быстрота движенія частицъ водорода, тѣсно связанная съ его малою плотностью, но и химическая способность того же разряда, которая проявляется какъ при образованіи сложныхъ тѣлъ, содержащихъ водородъ, такъ и при образованіи растворовъ, сплавовъ и тому подобныхъ, такъ называемыхъ, неопредѣленныхъ соединеній. Механизмъ этого проникновенія можно представить подобнымъ— на поверхности проникаемаго тѣла—раствоpенію газа въ жидкости, т.-е. вскакиванію его частицъ въ промежутки между частицами жидкости, замедленію движенія (отчасти нѣкоторому сгущенію газа) и такому или иному согласованію движеній обоихъ видовъ частицъ. Въ массѣ проницаемаго тѣла сжатый газъ, поглащенный на поверхности прикосновенія, конечно, распространяется во всѣ стороны, диффундируя отъ слоя къ слою, если въ опытахъ Робертсъ-Аустена даже золото диффундировало въ твердомъ свинцѣ на основаніи тѣхъ же силъ. Наконецъ, на другой поверхности проницаемаго тѣла сжатый газъ находитъ возможность вырваться на большую свободу и, пока будетъ накопляться до исходнаго давленія, станетъ проникать туда, гдѣ его нѣтъ или гдѣ его мало, т.-е. входить въ преграду будетъ болѣе со стороны превышающаго давленія, чѣмъ въ обратномъ направленіи. Когда же давленія уравняются, наступитъ не покой, а подвижное равновѣсіе, т.-е. съ каждой стороны въ преграду будетъ проникать и выбывать одинаковое число частицъ или атомовъ. Допуская, а это необходимо, проницаемость эѳира въ отношеніи ко всѣмъ веществамъ, должно приписать ему, прежде всего, легкость и упругость, т.-е. быстроту собственнаго движенія, еще въ большемъ развитіи, чѣмъ для водорода, и, что всего важнѣе, ему должно приписать еще меньшую, чѣмъ для водорода, способность образовать съ проницаемыми тѣлами опредѣленныя химическія соединенія, такъ какъ эти послѣднія характеризуются именно тѣмъ, что разнородные атомы образуютъ системы или частицы, въ которыхъ

вмѣстѣ или согласно движутся различные элементы, какъ солнечная система характеризуется зависимымъ, согласнымъ и совмѣстнымъ движенiемъ образующихъ ее многихъ свѣтилъ. А такъ какъ надо предполагать, что такое совмѣстное движенiе водорода, напримѣръ, съ палладiемъ, имъ проницаемымъ, дѣйствительно совершается для тѣхъ атомовъ водорода, которые находятся въ средѣ атомовъ палладiя, и что водородъ съ палладiемъ даетъ свое опредѣленное соединенiе Pd^2H (или какое иное), но при нагрѣванiи оно легко диссоцiируетъ, то слѣдуетъ, мнѣ кажется, допустить, что атомы эѳира въ такой высокой мѣрѣ лишены этой, уже для водорода слабой, способности къ образованiю опредѣленныхъ соединенiй, что для нихъ всякая температура есть диссоцiацiонная, а потому ничего, кромѣ нѣкотораго сгущенiя въ средѣ атомовъ обычнаго вещества, для эѳира признать нельзя.

Такое допущенiе, т.-е. отрицанiе для вещества или для атомовъ эѳира всякой склонности къ образованiю сколько-либо стойкихъ соединенiй съ другими химическими элементами, еще нѣсколько лѣтъ тому назадъ должно было бы считать совершенно произвольнымъ, а потому и мало вѣроятнымъ даже гипотетически, такъ какъ всѣ извѣстные еще недавно простыя тѣла и элементы, такъ или иначе, труднѣе или легче и прочнѣе или шатче, прямо или косвенно вступали во взаимныя соединенiя, и тогда преставить вещество, вовсе лишенное склонности подвергнуться подъ влiянiемъ другихъ веществъ какимъ-либо химическимъ измѣненiямъ и чуждое способности образовать сложныя частицы,—было бы черезчуръ смѣло и лишено всякой реальности, т.-е. чуждо извѣстной дѣйствительности. Но вотъ въ 1894 г. лордъ Релей и проф. Рамзай открываютъ въ воздухѣ аргонъ и опредѣляютъ его, какъ недѣятельнѣйшее изъ всѣхъ извѣстныхъ газообразныхъ и всякихъ иныхъ веществъ. Скоро затѣмъ послѣдовало открытiе Рамзаемъ гелiя, который по его яркому спектру Локьеръ предчувствовалъ, какъ особое простое тѣло на солнцѣ; а затѣмъ Рамзай и Траверсъ открыли въ сжиженномъ воздухѣ еще три такихъ же недѣятельныхъ, какъ аргонъ, газа: неонъ, криптонъ и ксенонъ, хотя содержанiе ихъ въ воздухѣ ничтожно мало и должно считаться для гелiя и ксенона миллiонными долями по объему и вѣсу воздуха [1]). Для

[1]) Газы аргоновой группы описаны подробнѣе въ послѣднихъ изданiяхъ моего сочиненiя „Основы Химiи“.

этихъ пяти новыхъ газовъ, составляющихъ, вмѣстѣ съ открытіемъ радіоактивныхъ веществъ, одни изъ блистательнѣйшихъ опытныхъ открытій конца XIX вѣка, до сихъ поръ не получено никакихъ сложныхъ соединеній, хотя въ нихъ ясно развита способность сжижаться и растворяться, т.-е. образовать такъ называемыя неопредѣленныя, столь легко диссоціирующія, соединенія. Поэтому нынѣ, съ реальной точки зрѣнія, уже смѣло можно признавать вещество эѳира лишеннымъ—при способности проникать всѣ вещества—способности образовать съ обычными химическими атомами какія-либо стойкія химическія соединенія. Слѣдовательно, *міровой эѳиръ можно представить*, подобно гелію и аргону, *газомъ, неспособнымъ къ химическимъ соединеніямъ.*

Оставаясь на чисто химической почвѣ, мы старались сперва показать невозможность пониманія эѳира ни какъ разсѣянный паръ или газъ всюду распространенныхъ веществъ, ни какъ атомную пыль первичнаго вещества, изъ котораго нерѣдко еще донынѣ многіе признаютъ сложеніе элементарныхъ атомовъ, а потомъ пришли къ заключенію о томъ, что въ эѳирѣ должно видѣть вещество, лишенное способности вступать въ сколько-либо прочныя опредѣленныя химическія соединенія, что свойственно недавно открытымъ гелію, аргону и ихъ аналогамъ.

Это первый этапъ на нашемъ пути; на немъ, хотя недолго, необходимо остановиться. Когда мы признаемъ эѳиръ газомъ—это значитъ прежде всего, что мы стремимся отнести понятіе о немъ къ обычнымъ, реальнымъ понятіемъ о трехъ состояніяхъ веществъ: газообразномъ, жидкомъ и твердомъ. Тутъ не надо признавать, какъ то дѣлаетъ Круксъ, особаго четвертаго состоянія, ускользающаго отъ реальнаго пониманія природы вещей. Таинственная, почти спиритическая подкладка съ эѳира при этомъ допущеніи скидывается. Говоря, что это есть газъ, очевидно, мы признаемъ его „жидкостью" въ широкомъ смыслѣ этого слова, такъ какъ газы вообще суть упругія жидкости, лишенныя сцѣпленія, т.-е. той способности настоящихъ жидкостей, которая, проявляется въ видѣ свойства образовать—въ силу сцѣпленія—капли, подниматься въ волосныхъ (капилярныхъ) трубкахъ и т. п. У жидкостей мѣра сцѣпленія есть опредѣленная, конечная величина, у газовъ она близка къ нулю или, если угодно, величина очень малая. Если

эѳиръ—газъ, то, значитъ, онъ имѣетъ свой вѣсъ; это неизбѣжно приписать ему, если не отвергать ради него всей концепціи естествознанія, ведущаго начало отъ Галилея, Ньютона и Лавуазье. Но если эѳиръ обладаетъ столь сильно развитою проницаемостью, что проходитъ чрезъ всякія оболочки, то нельзя и думать о томъ, чтобы прямо изъ опыта найти его массу въ данномъ количествѣ другихъ тѣлъ, или вѣсъ его опредѣленнаго объема—при данныхъ условіяхъ, а потому должно говорить не объ невѣсомомъ эѳирѣ, а только о невозможности его взвѣшиванія. Конечно, тутъ скрыта своя гипотеза, но совершенно реальная, а не какая-то мистическая, внушающая сильное безпокойство вдумчивымъ естествоиспытателямъ.

Все предшествующее, мнѣ кажется, не только не противорѣчитъ общераспространенному представленію о міровомъ эѳирѣ, но прямо съ нимъ согласуется. Добавка, нами сдѣланная, стремящаяся ближе реализовать понятіе объ эѳирѣ, состоитъ только въ томъ, что мы пришли къ необходимости и возможности приписать эѳиру свойства газовъ, подобныхъ гелію и аргону, и въ наивысшей мѣрѣ неспособность вступать въ настоящія химическія соединенія. Надъ этимъ понятіемъ, составляющимъ центральную посылку моей попытки, необходимо остановиться подробнѣе, чѣмъ надъ какою-либо иною стороною сложнаго и важнаго предмета, напр., надъ сопротивленіемъ эѳирной среды движенію небесныхъ свѣтилъ, надъ слѣдованіемъ за Бойль-Маріоттовымъ или Фанъ-деръ-Ваальсовымъ закономъ, надъ громадною упругостью массы эѳира, надъ мѣрою его сгущенія и упругостью въ разныхъ тѣлахъ и въ небесномъ пространствѣ и т. п. Всѣ такіе вопросы придется такъ или иначе умственно рѣшать и при всякомъ иномъ представленіи объ эѳирѣ, какъ вѣсомомъ, но не взвѣшиваемомъ веществѣ. Мнѣ кажутся всѣ эти стороны доступными для реальнаго обсужденія уже нынѣ, но онѣ завлекли бы насъ слишкомъ далеко и все же основной вопросъ—о химическомъ составѣ эѳира—остался бы при этомъ висѣть въ пустотѣ, а безъ него не можетъ быть, на мой взглядъ, никакой реальности въ сужденіи объ эѳирѣ; послѣ же такого или иного отвѣта на этотъ вопросъ, быть-можетъ, удастся двинуться дальше въ реальномъ пониманіи другихъ отношеній эѳира. Поэтому далѣе я стану говорить только о своей попыткѣ понять химизмъ эѳира, исходя изъ двухъ

основныхъ положеній, а именно: 1) эѳиръ есть легчайшій—въ этомъ отношеніи предѣльный—газъ, обладающій высокою степенью проницаемости, что въ физико-химическомъ смыслѣ значитъ, что его частицы имѣютъ относительно малый вѣсъ и обладаютъ высшею, чѣмъ для какихъ-либо иныхъ газовъ, скоростью своего поступательнаго движенія [1]) и 2) эѳиръ есть простое тѣло, лишенное способности сжижаться и вступать въ частное химическое соединеніе и реагированіе съ какими-либо другими простыми или сложными веществами, хотя способное ихъ проницать, подобно тому, какъ гелій, аргонъ и ихъ аналоги способны растворяться въ водѣ и другихъ жидкостяхъ.

Дальнѣйшія стороны моей попытки—понять природу эѳира—такъ тѣсно связаны съ геліемъ, аргономъ и ихъ аналогами и съ періодическою системою элементовъ, что мнѣ ранѣе, чѣмъ идти впередъ, нобходимо особо остановиться надъ этими предметами и ихъ взаимною связью.

Когда, въ 1869 г., на основаніи сближеній, подмѣченныхъ ужъ Дюма, Ленсеномъ, Петтенкоферомъ и другими, между величинами атомныхъ вѣсовъ сходственныхъ элементовъ, мною была выставлена періодическая зависимость между свойствами всѣхъ элементовъ и ихъ истинными (т.-е. по системѣ Авогадро-Жерара съ дополненіями Канницаро и съ измѣненіями, вызываемыми періодическою законностью) атомными вѣсами, не только не было извѣстно ни одного элемента, неспособнаго образовать опредѣленныя сложныя соединенія, но нельзя было даже и подозрѣвать возможности существованія подобныхъ элементовъ. Поэтому въ періодической системѣ, данной мною въ томъ видѣ, какой она сохранила и до сихъ поръ, а именно при расположеніи по группамъ, рядамъ и періодамъ (см. 1-е изданіе книги моей „Основы Химіи“, выпускъ 3-й, вышедшій въ 1870 году, и статьи мои въ журналѣ Русскаго Химическаго

---

[1]) Мнѣ кажется мыслимымъ, что міровой эѳиръ не есть совершенно однородный газъ, а смѣсь нѣсколькихъ, близкихъ къ предѣльному, т.-е. составленъ подобно нашей земной атмосферѣ изъ смѣси нѣсколькихъ газовъ. Но допустивъ это, мы бы усложнили еще болѣе разсмотрѣніе предмета, а потому, ради упрощенія, я говорю далѣе лишь объ однородномъ предѣльномъ газѣ, могущемъ представлять собою свойства, принадлежащія эѳиру.

Общества 1869 г.), система элементовъ начиналась съ группы 1-й и съ ряда 1-го, гдѣ помѣщался и до сихъ поръ помѣщается водородъ, легчайшій изъ элементовъ, судя по атомному вѣсу, и легчайшій газъ, судя по плотности,—при данныхъ давленіи и температурѣ. Никогда мнѣ въ голову не приходило, что именно водородомъ долженъ начинаться рядъ элементовъ, хотя легче его не было и еще понынѣ между извѣстными нѣтъ ни одного другого элементарнаго или сложнаго газа. Оставаясь на реальной почвѣ, я рѣшался предсказывать не только существованіе неизвѣстныхъ элементовъ въ средѣ извѣстныхъ, но и ихъ свойства, какъ химическія, такъ и физическія, для нихъ самихъ въ свободномъ состояніи (простыхъ тѣлъ) и для ихъ соединеній. Это, какъ извѣстно, оправдалось послѣдующими открытіями: галлія—Лекокомъ де Боабодраномъ, скандія – Нильсономъ и, блистательнѣе всего, германія—Клементомъ Винклеромъ, моимъ (нынѣ уже скончавшимся) хорошимъ другомъ и научнымъ собратомъ. Предсказанія эти были, по существу, тѣмъ что называется въ математикѣ интерполированіемъ, т.-е. нахожденіемъ промежуточныхъ точекъ на основаніи крайнихъ, когда извѣстенъ законъ (или направленіе кривой, его выражающей), по которому точки слѣдуютъ другъ за другомъ. Поэтому оправданіе предсказаннаго есть ни что иное, какъ способъ утвержденія законности, и слѣдовательно, теперь можно смѣло полагаться на то, что въ 1869—1871 гг. было только вѣроятнымъ, и увѣренно признавать, что химическіе элементы и ихъ соединенія находятся въ періодической зависимости отъ атомныхъ вѣсовъ элементовъ. Эксполировать, т.-е. находить точки внѣ предѣловъ извѣстнаго, нельзя было на основаніи еще неупроченной законности. Но когда она утвердилась, можно на это рѣшиться, и то, что дальше будетъ сказано объ эѳирѣ, какъ элементѣ, гораздо болѣе легкомъ, чѣмъ водородъ, составляетъ такое эксполированіе. Рѣшимость моя, при той осторожности, какая должна быть свойственна всякому дѣятелю науки, опредѣляется двумя соображеніями. Во-первыхъ, я думаю, что откладывать—по старости лѣтъ—мнѣ уже нельзя. А во-вторыхъ, за послѣднее время стали много и часто говорить о раздробленіи атомовъ на болѣе мелкіе электроны, а мнѣ кажется, что такое дробленіе должно считать не столько метафизическимъ, сколько метахимическимъ представленіемъ, вытекающимъ изъ

отсутствія какихъ-либо опредѣленныхъ соображеній, касающихся химизма эѳира, и мнѣ захотѣлось на мѣсто какихъ-то смутныхъ идей поставить болѣе реальное представленіе о химической природѣ эѳира; такъ какъ, пока что-нибудь не покажетъ либо превращенія обычнаго вещества въ эѳиръ и обратно, либо превращенія одного элемента въ другой, всякое представленіе о дробленіи атомовъ должно считать, по моему мнѣнію, противорѣчащимъ современной научной дисциплинѣ, а тѣ явленія, въ которыхъ признается дробленіе атомовъ, могутъ быть понимаемы, какъ выдѣленіе атомовъ эѳира, всюду проникающаго и признаваемаго всѣми. Словомъ, мнѣ кажется, хотя рискованнымъ, но своевременнымъ говорить о химической природѣ эѳира, тѣмъ болѣе, что, сколько мнѣ извѣстно, объ этомъ предметѣ еще никто не говорилъ болѣе или менѣе опредѣленно. Когда я прилагалъ періодическій законъ къ аналогамъ бора, алюминія и кремнія, я былъ на 33 года моложе, во мнѣ жила полная увѣренность, что рано или поздно предвидимое должно непремѣнно оправдаться, потому что мнѣ все тамъ было ясно видно. Оправданіе пришло скорѣе, чѣмъ я могъ надѣяться. Теперь же у меня нѣтъ ни прежней ясности, ни бывшей увѣренности. Тогда я не рисковалъ, теперь рискую. На это надобна рѣшимость. Она пришла, когда я видѣлъ радіоактивныя явленія, какъ объяснено въ концѣ статьи, и когда я сознадъ, что откладывать мнѣ уже невозможно и что, быть-можетъ, мои несовершенныя мысли наведутъ кого-нибудь на путь болѣе вѣрный, чѣмъ тотъ возможный, какой представляется моему слабѣющему зрѣнію.

Первоначально я выскажусь о положеніи гелія, аргона и ихъ аналоговъ въ періодической системѣ элементовъ, потомъ о представляемомъ мною мѣстѣ эѳира въ той же системѣ, а закончу нѣсколькими бѣглыми замѣчаніями по поводу ожидаемыхъ свойствъ эѳира, основанныхъ на понятіи о немъ, выводимомъ изъ его положенія въ этой системѣ.

Когда въ 1895 г. дошли до меня первыя свѣдѣнія объ аргонѣ и его безпримѣрной химической инертности (онъ ни съ чѣмъ, ни при какихъ условіяхъ не реагируетъ), мнѣ казалось законнымъ сомнѣваться въ элементарной простотѣ этого газа, и я предполагалъ, что аргонъ можно считать полимеромъ азота N^3, какъ озонъ O^3 есть полимеръ кислорода O^2, но съ тѣмъ

различіемъ, что озонъ происходитъ, какъ извѣстно, изъ кислорода съ присоединеніемъ—какъ говорится—тепла, т.-е. выдѣляетъ на данный свой вѣсъ болѣе тепла, вступая въ реакціи, одинаковыя съ кислородомъ, чѣмъ кислородъ при томъ же вѣсѣ, а аргонъ можно было представить, какъ азотъ, потерявшій тепло, т.-е. еще менѣе энергичный, чѣмъ обычный азотъ. Этотъ послѣдній всегда служилъ въ химіи образцомъ химической инертности, т.-е. простымъ тѣломъ, очень трудно вступающимъ въ реакціи, и если бы представить, что его атомы, уплотняясь, при полимеризаціи изъ N^2 въ N^3, теряютъ теплоту, можно было ждать вещества еще въ высшей мѣрѣ инертнаго, т.-е. еще болѣе сопротивляющагося воздѣйствію другихъ веществъ. Такъ, кремнеземъ, происходящій съ отдѣленіемъ тепла изъ кремнія и кислорода, менѣе послѣднихъ способенъ къ химическимъ реакціямъ. Подобное же представленіе о природѣ аргона и о связи его съ азотомъ высказано было затѣмъ извѣстнѣйшимъ ученымъ Бертело. Теперь, уже давно, я отказался отъ такого мнѣнія о природѣ аргона и соглашаюсь съ тѣмъ, что это есть самостоятельное элементарное вещество, какъ это съ самаго начала утверждалъ Рамзай. Поводовъ къ такой перемѣнѣ было очень много. Главнѣйшими служили: 1) несомнѣнная увѣренность въ томъ, что плотность аргона гораздо менѣе 21, а именно, вѣроятно, лишь немногимъ болѣе 19, если плотность водорода принять за 1, а для N^3 надо ждать плотности около 21, такъ какъ вѣсъ частицы $N^3=3.14=42$, а плотность близка къ половинѣ вѣса частицы; 2) гелій, открытый тѣмъ же Рамзаемъ въ 1895 г., представляетъ плотность, по водороду, около 2-хъ и обладаетъ такою же полною химическою инертностью, какъ и аргонъ, а для него нельзя уже было реально мыслить о сложности частицы и ею объяснять инертность; 3) такую же инертность Рамзай и Траверсъ нашли для открытыхъ ими неона, криптона и ксенона, и что пригодно было для аргона—было непримѣнимо къ нимъ; 4) самостоятельныя особенности спектра каждаго изъ указанныхъ пяти газовъ, при полной ихъ неизмѣнности отъ ряда электрическихъ искръ, убѣждали, что это цѣлая семья элементарныхъ газовъ, глубоко отличающихся отъ всѣхъ, до тѣхъ поръ извѣстныхъ, своею полною химическою инертностью, и 5) постепенность и опредѣленность физическихъ свойствъ въ зависимости отъ плотности и отъ вѣса

атома [1]) дополняютъ, благодаря трудамъ того же Рамзая, увѣренность въ томъ, что здѣсь дѣло идетъ о простыхъ тѣлахъ, самобытность которыхъ, при отсутствіи химическихъ превращеній, и можно было утверждать только постоянствомъ физическихъ признаковъ. Укажемъ для примѣра на измѣненіе температуры кипѣнія (при давленіи въ 760 миллим.) или той, при которой достигается упругость, равная атмосферной, и могутъ существовать—при указанномъ давленіи—какъ жидкая, такъ и газообразная фазы:

	Гелій.	Неонъ.	Аргонъ.	Криптонъ.	Ксенонъ.
Химич. знакъ составъ частицы . .	*He*	*Ne*	*Ar*	*Kr*	*Xe*
Вѣсъ атома и частицы, считая O=16 [2])	4,0	19,9	38 [3])	81,8	128
Наблюденная плотность, считая *H*=1 .	2,0	9,95	18,8	40,6	63,5
Наблюденная температура кипѣнія .	ниже —262°	—239°	—187°	—152°	—100°

[1]) Зависимость между атомнымъ вѣсомъ и плотностью газовъ опредѣляется, какъ извѣстно, закономъ Авогадро-Жерара при помощи вѣса частицы, а такъ какъ частичный вѣсъ для простыхъ тѣлъ равенъ нѣкоторому цѣлому числу n, умноженному на атомный вѣсъ, то надо лишь знать это n, чтобы судить по атомному вѣсу о плотности. Если и атомный вѣсъ и плотность выразить по водороду, то плотность $=\frac{n}{2}A$, гдѣ A есть атомный вѣсъ. Для водорода, кислорода, азота и т. п. простыхъ газовъ n (число атомовъ въ частицѣ)=2, а потому плотность=A. Но для ртути цинка и т. п., равно какъ для гелія, аргона и т. п. $n=1$ (т.-е. въ ихъ частицѣ 1 атомъ), а потому для нихъ плотность (по водороду) равна половинѣ атомнаго вѣса (по водороду). О томъ, что частицы аргона и его аналоговъ содержатъ по одному атому, сужденіе получено на основаніи сравнительнаго изученія физическихъ свойствъ этихъ газовъ.

[2]) Укоренившееся за послѣднее время обыкновеніе принимать атомный вѣсъ кислорода равно за 16, причемъ для водорода получается не 1, а 1,008,—основывается на томъ, что съ водородомъ соединяются лишь немногіе элементы, а съ кислородомъ огромное большинство. Со своей стороны, я принялъ охотно такое предложеніе еще по той причинѣ, что оно, уже отчасти клонится къ тому, чтобы лишить водородъ того исходнаго положенія, которое онъ давно занимаетъ, и заставить ждать элементовъ еще съ меньшимъ, чѣмъ у водорода, вѣсомъ атома, во что я всегда вѣрилъ, и что положено въ основу этой статьи.

[3]) Надо полагать, что наблюдаемая плотность аргона (19,95) немного выше дѣйствительной и что это относится и въ вѣсу атома аргона, какъ принято было мною въ седьмомъ изданіи „Основы Химіи“ 1902 г. стр. 181.

Это напоминаетъ то, что извѣстно для галоидовъ:

	Фторъ.	Хлоръ.	Бромъ.	Іодъ.
Составъ частицы	F^2	Cl^2	Br^2	J^2
Вѣсъ частицы	39	70,9	159,9	254
Плотность газа или пара . .	19	35,5	80	127
Температура кипѣнія . . .	—187°	—34°	+58°,7	+183°,7

Въ обѣихъ группахъ температура кипѣнія явно возрастаетъ по мѣрѣ увеличенія атомнаго или частичнаго вѣса [1]. Когда же получилось убѣжденіе въ элементарности аналоговъ аргона и въ томъ, что всѣ эти газы отличаются по своей исключительной инертности, стало необходимымъ ввести эту группу аналоговъ въ систему элементовъ и притомъ отнюдь не въ одну изъ извѣстныхъ группъ элементовъ, а въ особую, потому что здѣсь проявились новыя, совершенно до сихъ поръ неизвѣстныя химическія свойства, а періодическая система и сводитъ въ одну группу элементы сходственные первѣе всего въ ихъ коренныхъ химическихъ свойствахъ, исходя не изъ этихъ свойствъ, а изъ величины атомнаго вѣса, на взглядъ—до закона періодичности—не связаннаго съ этими свойствами никакими прямыми связями. Испытаніе было критическимъ, какъ для періодической системы, такъ и для аналоговъ аргона. Оба новичка съ блескомъ выдержали это испытаніе, т.-е. атомные вѣса (по плотности), изъ опыта найденные для гелія и его аналоговъ, оказались прекрасно отвѣчающими періодической законности.

Хотя я долженъ предполагать, что сущность періодической системы извѣстна читателямъ, но все же считаю неизлишнимъ напомнить о томъ, что, располагая элементы по величинѣ ихъ атомнаго вѣса, легко замѣтить, что не только сходственныя измѣненія химическихъ свойствъ періодически повторяются, но и порядокъ, отвѣчающій возрастанію атомныхъ вѣсовъ, оказывается точно отвѣчающимъ порядку по способности элементовъ къ соединеніямъ съ разными другими элемен-

---

[1]) Примѣчательно притомъ, что у аргона *Ar* и фтора F^2 частичный вѣсъ почти одинаковъ и оба кипятъ при—187° (примѣрно какъ N^2 и CO, которые кипятъ около—193°), но законъ измѣненія температуръ кипѣнія въ обѣихъ группахъ явно различный.

тами, какъ видно изъ простѣйшаго примѣра. По величинѣ атомнаго вѣса (отбрасывая мелкія дроби—ради наглядности) всѣ элементы, имѣющіе атомные вѣса не менѣе 7 и не болѣе 35,5, располагаются въ 2 ряда:

Литій.	Бериллій.	Боръ.	Углеродъ.	Азотъ.	Кислородъ.	Фторъ.
$Li=7,0$	$Be=9,1$	$B=11,0$	$C=12,0$	$N=14,0$	$O=16,0$	$F=19,0$
$Na=23,0$	$Mg=24,3$	$Al=27,0$	$Si=28,4$	$P=31,0$	$S=32,1$	$Cl=35,5$
Натрій.	Магній.	Алюминій.	Кремній.	Фосфоръ.	Сѣра.	Хлоръ.

Каждая пара представляетъ сходство коренныхъ свойствъ, но особенно видно это по высшимъ солеобразнымъ окисламъ, т.-е. такимъ, которые содержатъ наиболѣе кислорода и способны давать соли. Они для элементовъ послѣдняго ряда:

$$Na^2O \quad MgO \quad Al^2O^3 \quad SiO^2 \quad P^2O^5 \quad SO^3 \quad Cl^2O^7$$

и если составъ всѣхъ представить съ двумя атомами элемента:

$$Na^2O \quad Mg^2O^2 \quad Al^2O^3 \quad Si^2O^4 \quad P^2O^5 \quad S^2O^6 \quad Cl^2O^7,$$

то тотчасъ видимъ, что порядокъ по величинѣ атомныхъ вѣсовъ совершенно точно отвѣчаетъ ариѳметическому порядку чиселъ отъ 1 до 7, а потому, не входя въ разсмотрѣніе усложняющихъ обстоятельствъ (напр., водородныхъ соединеній, перекисей, различія большихъ и малыхъ періодовъ, металлическаго характера, физическихъ свойствъ и т. п.), естественно было назвать группы аналоговъ цифрами, означаемыми обыкновенно римскими цифрами, отъ I до VI, и если говорится что фосфоръ относится къ V группѣ, это значитъ, что онъ даетъ, какъ высшій солеобразный окиселъ, P^2O^5. Если же аналоги аргона вовсе не даютъ соединеній, то очевидно, что ихъ нельзя включить ни въ одну изъ группъ ранѣе извѣстныхъ элементовъ, и для нихъ должно открыть особую *группу нулевую* [1]) чѣмъ уже сразу выразится индифферентность этихъ элементовъ,

---

[1]) Сколько мнѣ извѣстно, въ литературѣ предмета первое упоминаніе нулевой группы сдѣланно было г. Еррера въ засѣданіи 5 марта 1900 года въ Бельгійской Академіи (Académie royale de Belgique. Bulletin de la classe des sciences, 1900, page 160). Это положеніе аргоновыхъ аналоговъ въ нулевой группѣ составляетъ строго логическое слѣдствіе пониманія періодическаго закона, а потому (помѣщеніе въ группѣ VIII явно невѣрно) принято не только мною, но и Браунеромъ, Пиччини и др.

а при этомъ неизбѣжно было ждать для элементовъ этой группы атомныхъ вѣсовъ меньшихъ, чѣмъ у такихъ элементовъ I группы, каковы: *Li*, *Na*, *K*, *Rb* и *Cs*, но бо̀льшихъ, чѣмъ для соотвѣтственныхъ галоидовъ: *F*, *Cl*, *Br* и *J* [1]). Это апріорное сужденіе было оправдано дѣйствительностью, какъ видно изъ слѣдующаго сопоставленія:

Галоиды.	Аналоги аргона.	Щелочные металлы.
—	*He* = 4,0	*Li* = 7,03
F = 19,0	*Ne* = 19,9	*Na* = 23,05
Cl = 35,45	*Ar* = 38	*K* = 39,1
Br = 79,95	*Kr* = 81,8	*Rb* = 85,4
J = 127 [2])	*Xe* = 128	*Cs* = 132,9

Пяти давно извѣстнымъ щелочнымъ металламъ отвѣтило и пять вновь найденныхъ аналоговъ аргона, и въ атомныхъ вѣсахъ ясно видѣнъ одинъ и тотъ же общій законъ періодичности. Но галоиды и щелочные металлы представляютъ наиболѣе сильно развитую способность реагировать и притомъ, такъ сказать, до нѣкоторой степени противоположную; одни представляютъ особо развитую способность реагировать со всѣми металлами, другіе съ металлоидами; первые являются на анодѣ, вторые на катодѣ и т. д. Поэтому ихъ необходимо поставить по краямъ періодической системы на концахъ періодовъ, что выражается въ наиболѣе полной формѣ періодической системы.

---

[1]) Сопоставленіе ат. вѣсовъ аргоновыхъ элементовъ съ ат. вѣсомъ галоидовъ и щелочныхъ металловъ словесно сообщилъ мнѣ 19 марта 1900 г. проф. Рамзай въ Берлинѣ, а потомъ напечаталъ объ этомъ въ „Phylosophical Transactions". Для него это было весьма важно, какъ утвержденіе положенія вновь открытыхъ элементовъ среди другихъ извѣстныхъ, а для меня, какъ новое блистательное утвержденіе общности періодическаго закона. Съ своей стороны, я молчалъ, когда мнѣ не разъ выставляли аргоновые элементы, какъ укоръ періодической системѣ, потому что я поджидалъ, что скоро обратное всѣмъ будетъ видимо.

[2]) Хотя изъ данныхъ Стаса и новыхъ (1902 г.) опредѣленій Ладенбурга и др. слѣдуетъ, что атомный вѣсъ іода немного менѣе 127 (126,96—126,88), но я полагаю, что онъ не менѣе, а пожалуй болѣе 127, потому что, очистивъ отъ хлора, Ладенбургъ сушилъ свой іодъ надъ хлористымъ кальціемъ, а это должно вновь вводить въ іодъ хлоръ, понижающій атомный вѣсъ іода, какъ можно судить по прекраснымъ наблюденіямъ А. Л. Потылицына надъ мѣрою вытѣсненія однихъ галоидовъ другими. Атомные вѣса даны съ такимъ числомъ знаковъ, что въ послѣдней цифрѣ можно признавать еще нѣкоторую погрѣшность.

Распредѣленіе элементовъ по періодамъ (столбцы) и группамъ (строки):

Газооб. водородныя соед.	Высшіе солеоб. окислы	Группы		Легчайшіе типическіе элементы		Высшіе солеобразн. окислы	Группы	Элементы четныхъ рядовъ.				
						O	0	$Ar=38$	$Kr=81,8$	$Xe=128$	—	—
						R^2O	I	$K=39,15$	$Rb=85,5$	$Cs=132,9$	—	—
						RO	II	$Ca=40,1$	$Sr=87,6$	$Ba=137,4$	—	$Rd=225$
						R^2O^3	III	$Sc=44,1$	$Y=89,0$	$La=138,9$	$Yb=173$	—
						RO^2	IV	$Ti=48,1$	$Zr=90,6$	$Ce=140,2$	—	$Th=232,5$
						R^2O^3	V	$V=51,2$	$Nb=94,0$	—	$Ta=183$	—
						RO^5	VI	$Cr=52,1$	$Mo=96,0$	—	$W=184$	$U=238.5$
						R^2O^7	VII	$Mn=55,0$	?=99	—	—	
								$Fe=55,9$	$Ru=101,7$	—	$Os=191$	
							VIII	$Co=59$	$Rh=103,0$	—	$Jr=193$	
	O	0		$He=4,0$	$Ne=19,9$			$Ni=59$	$Pd=106,5$	—	$Pt=194,8$	
	R^2O	I	$H=1,008$	$Li=7,03$	$Na=23,05$			$Cu=63,6$	$Ag=107,9$	—	$Au=197,2$	
	RO	II		$Be=9,1$	$Mg=24,36$			$Zn=65,4$	$Cd=112,4$	—	$Hg=200,0$	
	R^2O^3	III		$B=11,0$	$Al=27,1$			$Ga=70,0$	$In=115,0$	—	$Tl=204,1$	
RH^4	RO^2	IV		$C=12,0$	$Si=28,2$			$Ge=72,5$	$Sn=119,0$	—	$Pb=206,9$	
RH^3	R^2O^5	V		$N=14,01$	$P=31,0$			$As=75,0$	$Sb=120,2$	—	$Bi=208,5$	
RH^2	RO^3	VI		$O=16,00$	$S=32,06$			Se 79,2	$Te=127$	—	—	
RH	R^2O^7	VII		$F=19,0$	$Cl=35,45$			$Br=79,95$	$J=127$	—	—	
0	0	0	$He=4,0$	$Ne=19,9$	$Ar=38$			$Kr=81,8$	$Xe=128$	—	—	

Элементы нечетныхъ рядовъ.

Хотя такое распредѣленіе элементовъ лучше всего выражаетъ періодическій законъ, но нагляднѣе нижеслѣдующее, помѣщенное на стр. 182, *распредѣленіе по группамъ и рядамъ*, гдѣ подъ знаками x и y я уже означилъ ожидаемые нынѣ мною еще неизвѣстные элементы, съ атомными вѣсами меньшими, чѣмъ у водорода.

(Окончаніе слѣдуетъ).

Свѣтовыя волны.

П. А. Зилова.

Настоящая статья составлена по лекціямъ проф. Чикагскаго университета А. Майкельсона „Свѣтовыя волны и ихъ примѣненіе" [1]); авторъ излагаетъ исключительно свои собственныя изслѣдованія; и хотя предметъ этихъ изслѣдованій имѣетъ очень спеціальный характеръ, но изложеніе почти популярное. Проф. Майкельсонъ, одинъ изъ выдающихся спеціалистовъ по оптикѣ, давно поставилъ себѣ цѣлью рѣшить нѣкоторые вопросы, которые еще недавно считались недоступными; при помощи изобрѣтеннаго имъ снаряда—интерферометра—онъ достигаетъ своей цѣли съ изумительною изящностью.

Предварительно напомнимъ нѣкоторыя основныя положенія физической оптики.

I. Интерференція свѣтовыхъ волнъ.

1. Извѣстно, что свѣтъ распространяется поперечными волнами эѳира, состоящими изъ простыхъ гармоническихъ колебаній. Синусоида графически изображаетъ и колебанія одной точки, и распространеніе волнъ; если ось абсциссъ означаетъ время, то синусоида изображаетъ намъ движеніе колеблющейся точки въ зависимости отъ времени; если ось абсциссъ означаетъ разстояніе отъ источника, то синусоида изображаетъ распространеніе волны, т. е. какъ для даннаго момента перемѣщены частицы эѳира, находящіяся въ различныхъ разстояніяхъ отъ источника колебаній.

Положимъ сначала, что наша кривая представляетъ колебаніе одной точки. Для характеристики колебанія точки слу-

[1]) Light Waves and their Uses by *A. A. Michelson* of the Department of Physics, Chicago, 1903.

жатъ слѣдующіе три признака: *амплитуда*, т. е. наибольшее ея удаленіе отъ положенія равновѣсія; *періодъ*, т. е. время, въ теченіе котораго точка совершаетъ свое полное колебаніе; *фаза*, т. е. выраженное въ частяхъ періода время, протекшее отъ момента прохожденія точки чрезъ положеніе равновѣсія до даннаго момента; чрезъ полперіода фазы противоположны; чрезъ полный періодъ фазы одинаковы. Въ свѣтовыхъ колебаніяхъ амплитуда опредѣляетъ яркость луча, а періодъ колебанія — цвѣтъ луча.

Теперь положимъ, что наша синусоида представляетъ распространеніе волнъ. Тогда амплитуда и фаза опять представляются по предыдущему; но отрѣзокъ оси представляетъ *длину волны* (λ), т. е. разстояніе, на которое распространяется волна въ теченіе одного періода (T). Отрѣзокъ оси, представляющій разстояніе, на которое волна распространяется въ теченіе одной секунды, называется *скоростью волны* (v). Понятно, что $\lambda : T = v : 1$, откуда

$$\lambda = vT.$$

Съ другой стороны на отрѣзкѣ λ помѣщается одна волна, а на отрѣзкѣ v помѣщается столько волнъ n, сколько колебаній совершаютъ точки эѳира въ одну секунду; слѣдовательно $\lambda : 1 = v : n$; отсюда

$$v = n\lambda.$$

Совмѣстно распространяющіяся волны складываются. Ограничимся случаемъ двухъ волнъ одинакихъ періодовъ и амплитудъ; такія волны взаимно усиливаются, если ихъ фазы одинаковы, и взаимно уничтожаются, если ихъ фазы противоположны; въ этомъ состоитъ явленіе *интерференціи*.

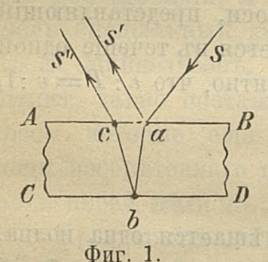
Если складываются двѣ волны одинакихъ амплитудъ, но нѣсколько различныхъ періодовъ, то иногда амплитуды ихъ одинаковы, и тогда складываемыя колебанія усиливаются, иногда же амплитуды ихъ противоположны, и тогда онѣ взаимно уничтожаются. Отъ сложенія такихъ двухъ волнъ получается одна волна, амплитуда которой періодически увеличивается; такое явленіе называется *біеніемъ* колебаній.

2. Укажемъ подробнѣе условія интерференціи свѣта.

Если имѣемъ двѣ совершенно одинакія (по отношенію къ амплитудѣ, періоду и фазѣ) свѣтящія точки, то лучи ихъ, встрѣчаясь подъ малымъ угломъ, интерферируютъ; лучи, сходящіеся при этомъ съ одинаками фазами, взаимно усиливаются, а лучи, сходящіеся съ противоположными фазами, взаимно уничтожаются.

Такъ какъ невозможно имѣть двухъ совершенно одинакихъ источниковъ свѣта, то поступаютъ такъ: каждый лучъ, выходящій изъ источника свѣта, раздѣляютъ надвое; эти лучи разводятъ, заставляютъ проходить различные пути, затѣмъ сводятъ, и здѣсь они интерферируютъ.

Способовъ раздвоенія лучей существуетъ безчисленное множество; укажемъ нѣкоторые.



Фиг. 1.

Если лучъ s (фиг. 1) падаетъ на прозрачную тонкую пластинку $ABCD$, то въ точкѣ паденія a онъ дѣлится надвое, одна часть свѣта отражается и даетъ лучъ s', другая часть свѣта проникаетъ въ прозрачную пластинку, отражается въ b и выходитъ наружу при c, здѣсь она даетъ второй лучъ s''; если же лучи сходятся (они могутъ быть сведены собирающимъ стекломъ), то интерферируютъ.

Отчего происходитъ разница фазъ нашихъ лучей s' и s''? Во-первыхъ отъ того, что лучъ s'' проходитъ бо́льшій путь—на двойную толщину пластинки, если лучъ падаетъ на нее подъ очень малымъ уклономъ; во-вторыхъ отъ того, что s' получается отраженіемъ въ a отъ вещества пластинки, а s''—отраженіемъ въ b отъ воздуха, при чемъ теряетъ полъ-волны; слѣдовательно, фазы лучей s' и s'' различаются на столько, какъ если бы они прошли пути, отличающіеся на

$$\Delta = 2e + \frac{\lambda}{2}. \tag{1}$$

Если $\Delta = 2n\lambda/2$, то лучи взаимно усиливаются, если же $\Delta = (2n + 1)\lambda/2$, то они взаимно уничтожаются.

Пластинка постоянной толщины, будучи освѣщена однородными лучами, представляется въ отраженномъ свѣтѣ, болѣе или менѣе яркою, смотря по толщинѣ пластинки и по длинѣ

волны освѣщающихъ ее лучей. Такъ если $\Delta = 2n.\lambda/2$, то пластинка представляется ярко освѣщенною, а при $\Delta = (2n+1)\lambda/2$ —неосвѣщенною. Если пластинка освѣщается бѣлыми лучами, то нѣкоторые изъ этихъ лучей (λ_1) взаимно уничтожаются (для которыхъ $\Delta = (2n+2)\lambda_1/2$), а другіе ($\lambda_2$) усиливаются (для которыхъ $\Delta = (2n+1)\lambda_2/2$); вслѣдствіе этого пластинка окрашивается въ цвѣтъ послѣднихъ лучей. Одинъ частный случай: если толщиною пластинки (e) можно пренебречь передъ длиною свѣтовой волны (λ), ур-іе (1) даетъ

$$\Delta = \frac{\lambda}{2}, \tag{1$_a$}$$

и всѣ отражаемые отъ такой тонкой пластинки лучи, какого-бы они цвѣта ни были, взаимно уничтожаются; въ отражаемомъ свѣтѣ пластинка исчезающей толщины представляется черною.

3. Если мы имѣемъ клинообразную пластинку, то толщина ея измѣняется; въ разстояніяхъ x отъ вершины, толщину e можно разсматривать какъ дугу, стягивающую очень малый уголъ клина φ; слѣдовательно $e = x\varphi$ и уравненіе (1) принимаетъ видъ

$$\Delta = 2x\varphi + \frac{\lambda}{2} \tag{2}$$

Понятно, что для однихъ значеній x разность путей $\Delta = 2n.\lambda/2$, и тутъ пластинка ярко освѣщена, а для другихъ значеній x разность путей $\Delta = (2n+1)\lambda/2$, и тутъ пластинка не освѣщена. Яркость освѣщенія пластинки одинакова въ мѣстахъ съ одинаковою толщиною или въ точкахъ, равноотстоящихъ отъ ребра, пластинка наша покрывается рядомъ свѣтлыхъ и темныхъ полосокъ параллельныхъ ребру. Подставляя вмѣсто n цѣлыя числа 0, 1, 2..., получаемъ рядъ полосокъ *различныхъ порядковъ* перваго, второго и т. д.

Если одна свѣтлая полоска помѣщается въ x_n, а слѣдующая въ x_{n+1}, то для нихъ имѣемъ

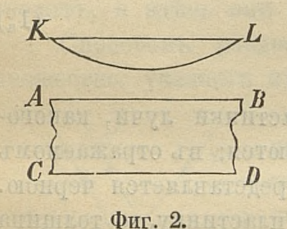
$$2n\frac{\lambda}{2} = 2x_n\varphi + \frac{\lambda}{2},\quad 2(n+1)\frac{\lambda}{2} = 2x_{n+1}\varphi + \frac{\lambda}{2},$$

откуда, вычитая, находимъ

$$x_{n+1} - x_n = \frac{\lambda}{2\varphi},$$

т. е, разстоянiе между интерференцiонными полосками клинообразной пластинки прямо пропорцiонально длинѣ волны освѣщающихъ лучей и обратно пропорцiонально углу пластинки.

На ребрѣ пластинки ($x = 0$ и $\Delta = \lambda/2$) помѣщается темная полоска. Съ увеличенiемъ угла клинообразной пластинки интерференцiонныя полоски раздвигаются.



Фиг. 2.

Если клинообразную пластинку освѣщать бѣлыми лучами, то получаются радужныя полоски параллельно ребру; центральная полоска, соотвѣтственно $n = 0$, темная (безцвѣтная).

Замѣтимъ, что безцвѣтная полоска можетъ образоваться у ребра клинообразной пластинки только въ томъ случаѣ, когда плоскости, ее ограничивающiя, продолжаются до взаимнаго пересѣченiя, но въ дѣйствительности этого никогда не бываетъ и около ребра пластинка всегда бываетъ закруглена; поэтому и безцвѣтной полоски въ клинообразной пластинкѣ никогда не видно.

Сферическою пластинкою называется тонкiй слой, ограниченный съ одной стороны плоскостью, а съ другой выпуклою сферическою поверхностью; такая воздушная пластинка получается, если вблизи плоскаго стекла AB (фиг. 2) помѣстить плосковыпуклое стекло KL. Съ удаленiемъ отъ мѣста наименьшей толщины слоя послѣдняя возростаетъ; въ равныхъ разстоянiяхъ отъ этой точки толщина слоя одинакова.

Понятно, что при освѣщенiи такой пластинки лучами получается перемежающiяся свѣтлыя и темныя кольца съ темнымъ центромъ; это такъ называемыя *ньютоновы кольца*.

Пусть въ извѣстномъ мѣстѣ нашего воздушнаго слоя, гдѣ его толщина e, помѣщается черное кольцо порядка n:

$$2e = 2n\frac{\lambda}{2};$$

если стекла раздвигаются на Δe, то въ разсматриваемомъ мѣ-

стѣ толщина будетъ $e+\Delta e$ и здѣсь должно помѣщаться кольцо высшаго порядка, напр. $n+m$, такъ что

$$2(e+\Delta e)=2(n+m)\frac{\lambda}{2}.$$

Слѣдовательно, при раздвиженіи стеколъ кольца суживаются; если же стекла сдвигать, то кольца расширяются. При раздвиженіи стеколъ на Δe, чрезъ визируемое мѣсто слоя проходятъ кольца въ числѣ m, опредѣляемомъ ур-мъ

$$2\Delta e=m\lambda. \tag{3}$$

Слѣдовательно, зная число колецъ, проходящихъ чрезъ визируемое мѣсто утолщающагося слоя, можно опредѣлить и самое это утолщеніе.

При освѣщеніи параллельными лучами плоско-параллельной пластинки получаются то же интерференціонныя кольца, аналогичныя ньютоновскимъ; къ нимъ вполнѣ примѣняется послѣдняя формула.

До сихъ поръ мы предполагали, что одинъ изъ нашихъ лучей, напр. s' (фиг. 1) получается отраженіемъ отъ стекла, а другой s'' отраженіемъ отъ воздуха; вслѣдствіе этого въ ур. (1) надо было во 2-й части къ $2e$ прибавлять $\lambda/2$. Въ интерферометрѣ Майкельсона мы будемъ имѣть такую «пластинку», въ которой оба луча, s' и s'', получаются отраженіемъ отъ стекла; въ этомъ случаѣ ур-нія (1) и (2) обращаются въ

$$\Delta=2e \tag{4}$$

и

$$\Delta=2x\varphi. \tag{5}$$

Такія пластинки отличаются отъ прежнихъ лишь только тѣмъ, что свѣтлыя полоски занимаютъ мѣсто темныхъ полосокъ и наоборотъ.

Если имѣемъ такую пластинку въ формѣ двойного клина, то центральная полоска, лежащая на линіи пересѣченія плоскостей (т. е. на ребрѣ того или другого клина), яркая при освѣ-

щеніи монохроматическими лучами или бѣлая при освѣщеніи ея бѣлыми лучами.

II. *Интерферометръ.*

5. Вслѣдъ за открытіемъ явленія интерференціи свѣта имъ стали пользоваться для измѣрительныхъ цѣлей, при чемъ измѣренія дѣлались въ крайне короткихъ свѣтовыхъ волнахъ (порядка одного микрона); вслѣдствіе этого можно было достичь крайней точности.

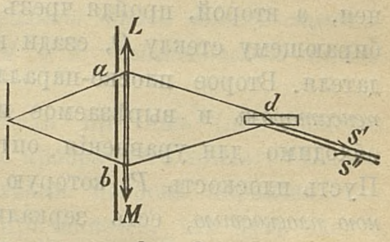
Невольно возникаетъ вопросъ о полезности и цѣлесообразности доводить измѣренія до такой точности. Майкельсонъ думаетъ, что въ подобныхъ измѣреніяхъ заключаются всѣ наши будущія открытія. Дѣло въ томъ, что важнѣйшія явленія и ихъ законы уже открыты и остается изслѣдовать подробности, главнымъ образомъ—кажущіяся исключенія изъ этихъ законовъ; такія исключенія тѣмъ чаще встрѣчаются, чѣмъ точнѣе дѣлаются измѣренія. Подобныя изслѣдованія приведутъ, конечно, не къ опроверженію законовъ, но къ открытію новыхъ явленій, вызывающихъ эти кажущіяся отступленія.

Такъ изученіе отклоненій дѣйствительныхъ газовъ отъ простыхъ законовъ „совершенныхъ" газовъ привело къ сжиженію воздуха и другихъ газовъ. Совершенно ничтожная разница въ вѣсѣ опредѣленнаго объема азота атмосфернаго и химически приготовленнаго привела лорда Реллея къ блестящему открытію новыхъ элементовъ атмосферы. Изъ этихъ примѣровъ уже ясно, что „наши будущія открытія слѣдуетъ искать въ шестомъ десятичномъ знакѣ".

Еще въ 1861 г. Араго и Френель устроили свой *интерференціонный рефрактометръ*, въ которомъ измѣренія дѣлались при помощи интерференціи лучей; приборъ предназначался для измѣренія показателей преломленія (газовъ), откуда и самое его названіе. Но приборъ можетъ служить и для другихъ цѣлей, а потому лучше называть его *интерферометромъ*.

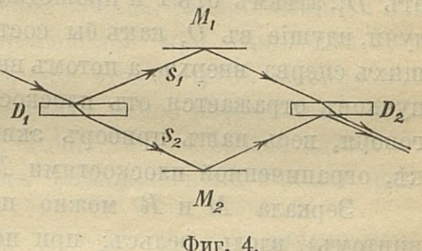
6. Интерферометръ долженъ раздѣлять надвое каждый изъ падающихъ его лучей, разводить ихъ и затѣмъ сводить ихъ подъ возможно меньшимъ угломъ. Этого можно достичь очень различными способами, а потому интерферометру можно давать очень разнообразныя формы.

Передъ собирательнымъ стекломъ LM (фиг. 3) ставятъ непрозрачную перегородку ab съ двумя отверстіями; отъ свѣтящей точки S лучи s_1 и s_2 проникаютъ чрезъ отверстія и сводятся стекломъ; для того, чтобы эти лучи встрѣчались подъ меньшимъ угломъ, на ихъ пути ставятъ плоско-параллельную пластинку d; одинъ изъ лучей отражается отъ этой пластинки, другой чрезъ нее проходитъ; такимъ образомъ имѣемъ лучи s' и s'', которые сходятся подъ очень малымъ угломъ и, интерферируя, даютъ очень рѣдкія полоски.



Фиг. 3.

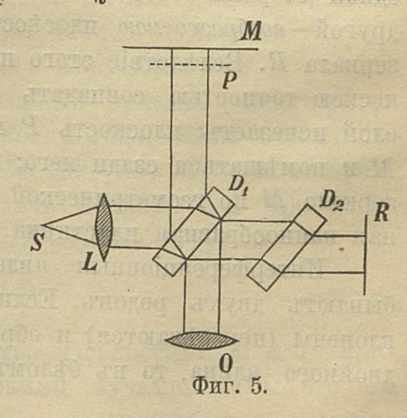
Раздѣлить и развести лучи можно при помощи плоскопараллельной пластинки D_1 (фиг. 4), а свести при помощи зеркалъ M_1 и M_2; для того, чтобы лучи сходились подъ малымъ угломъ, ихъ опять принимаютъ на плоскопараллельное стекло D_2.



Фиг. 4.

Первое изъ этихъ стеколъ, D_1, дѣлитъ лучъ, отражая одну часть свѣта и пропуская другую; обыкновенно яркость отраженныхъ лучей гораздо меньше яркости прошедшихъ; для сравненія яркостей обоихъ лучей s_1 и s_2, слѣдуетъ верхнюю сторону стекла D_1 покрыть тонкимъ слоемъ серебра, который достаточно прозраченъ для того, чтобы пропускать чрезъ себя свѣтъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ увеличиваетъ отражающую способность стекла.

Интерферометръ Майкельсона устроенъ слѣдующимъ образомъ. Широкій источникъ свѣта S (фиг. 5) посылаетъ свои лучи на плоскопараллельное стекло D_1, наклоненное къ нимъ подъ 45°; задняя сторона этого стекла покрыта прозрачнымъ слоемъ серебра. Стекломъ D_1 свѣтъ дѣлится на два пучка: одинъ проходитъ къ плоскому зеркалу R, другой отра-



Фиг. 5.

жается къ плоскому зеркалу M; эти зеркала возвращаютъ свѣтъ къ пластинкѣ D_1, послѣ чего первый пучекъ, отразясь отъ нея, а второй, пройдя чрезъ нее, направляются вмѣстѣ къ собирающему стеклу O, сзади котораго помѣщается глазъ наблюдателя. Второе плоско-параллельное стекло D_2, называемое *компенсаторомъ* и вырѣзаемое изъ одного куска съ первымъ, необходимо для уравненія оптическихъ путей обоихъ пучковъ. Пусть плоскость P, которую мы будемъ называть *вспомогательною плоскостью*, есть зеркальное изображеніе зеркала R относительно задней стороны пластинки D_1; тогда путь лучей, прошедшихъ чрезъ D_1, отраженныхъ отъ R и затѣмъ отраженныхъ отъ D_1, равняется пути лучей, отраженныхъ сперва отъ D_1, затѣмъ отъ P и прошедшихъ чрезъ D_1. Такимъ образомъ лучи, идущіе въ O, какъ бы состоятъ изъ двухъ пучковъ, идущихъ сперва вверхъ, а потомъ внизъ, при чемъ одинъ изъ этихъ пучковъ отражается отъ плоскости M, а другой—отъ P; иначе говоря, весь нашъ приборъ эквавалентенъ воздушной пластинкѣ, ограниченной плоскостями M и P.

Зеркала M и R можно перемѣщать (микрометреннымъ винтомъ) вдоль рельсъ; при помощи особыхъ приспособленій каждое зеркало можно наклонять около горизонтальной и вертикальной осей; слѣд. зеркаламъ M и R можно дать такія положенія, чтобы P было параллельно M (тогда наша воздушная пластинка постоянной толщины) или чтобы P было наклонено къ M (тогда наша воздушная пластинка клинообразная).

Обратимъ вниманіе на одну особенность прибора: воздушная пластинка, о которой шла сейчасъ рѣчь, образуется съ одной [стороны матеріальною поверхностью—зеркаломъ M, а съ другой—*воображаемою* плоскостью P—мнимымъ изображеніемъ зеркала R. Вслѣдствіе этого плоскость P можетъ съ математическою точностью совпадать съ зеркаломъ M и тогда нашъ слой исчезаетъ; плоскость P можетъ проходить чрезъ зеркало M и помѣщаться сзади него; плоскость P можетъ пересѣкать зеркало M по геометрической линіи и тогда получается идеальная клинообразная пластинка.

Интерференціонныя явленія, наблюдаемыя въ приборѣ, бываютъ двухъ родовъ. Если плоскости M и P слегка наклонены (пересѣкаются) и образуютъ воздушный слой въ видѣ двойного клина, то въ бѣломъ свѣтѣ получаются прямолиней-

ныя радужныя полоски съ бѣлою центральною полоскою, помѣщающеюся на линіи пересѣченія плоскостей M и P. Слѣд. *присутствіе въ полѣ зрѣнія центральной бѣлой полоски служитъ признакомъ того, что плоскости M и P дѣйствительно пересѣкаются.*

Если вслѣдствіе какихъ-нибудь причинъ (перемѣщенія одного изъ зеркалъ или помѣщенія прозрачнаго тонкаго тѣла на пути однихъ лучей) бѣлая центральная полоска перемѣщается на n полосокъ, то это служитъ признакомъ, что путь одного изъ лучей измѣненъ на $n\lambda/2$).

Если плоскости M и P параллельны и раздѣлены бòльшимъ или меньшимъ разстояніемъ, то въ монохроматическомъ свѣтѣ получаются концентрическія кольца, расширяющіяся при раздвиженіи плоскостей и сжимающіяся при сдвиженіи ихъ. По числу колецъ, проходящихъ при этомъ чрезъ визируемую точку поля зрѣнія, можно опредѣлить самое перемѣщеніе одной плоскости относительно другой. Точность измѣреній длины съ такимъ приборомъ Майкельсонъ оцѣниваетъ въ $0{\cdot}05\mu$ и даже въ $0{\cdot}003\mu$.

Замѣтимъ, что серебряный слой на зеркалѣ M разрѣзанъ равноотстоящими линіями, проведенными по двумъ взаимно перпендикулярнымъ направленіямъ, такъ что въ полѣ зрѣнія видна сѣтка. Такимъ образомъ можно всегда фиксировать разсматриваемыя интерференціонныя полоски, помѣщая центральную полоску прямолинейныхъ полосокъ на одну изъ вертикальныхъ линій сѣтки или приводя центръ колецъ на одну изъ точекъ сѣтки.

7. Интерферометръ примѣняется къ измѣренію разстояній и угловъ. Опишемъ нѣкоторыя изъ такихъ измѣреній.

1) Пусть при параллельныхъ плоскостяхъ M и P приборъ освѣщается монохроматическими лучами, такъ что въ полѣ зрѣнія видны концентрическія кольца. Если будемъ передвигать параллельно самому себѣ одно изъ зеркалъ, то чрезъ визируемую точку будутъ проходить кольца; если при этомъ ихъ проходитъ m, то мы передвинули зеркало на (ур. 3)

$$\Delta e = m \frac{\lambda}{2}$$

2) Пусть при пересѣкающихся плоскостяхъ M и P приборъ освѣщается монохроматическими лучами, такъ что въ

полѣ зрѣнія видна центральная полоска. Если между D_1 и R помѣстить прозрачное тѣло толщины e и показатель преломленія коего ν, то здѣсь путь лучей какъ бы увеличивается на $2(\nu-1)e$, вслѣдствіе чего полоски смѣщаются въ сторону; если эта толщина такъ мала, что центральная полоска не выходитъ изъ поля зрѣнія, и мы можемъ сосчитать порядокъ n полоски, занимающей мѣсто, гдѣ прежде была центральная полоска, то

$$2(\nu-1)e=n\lambda,$$

откуда можно опредѣлить e.

Такимъ образомъ опредѣляли толщину жидкой пластинки, которая не отражала свѣта (§ 2). Пятьдесятъ жидкихъ пластинокъ, помѣщенныхъ между D_1 и R, смѣщали полоски на половину разстоянія между двумя сосѣдними; отсюда слѣдуетъ заключить, что толщина одной такой пластинки 6/1000000 mm.

3) Способъ измѣренія малаго угла вращенія былъ примѣненъ къ вѣсамъ. Съ этою цѣлью къ концу коромысла вѣсовъ было прикрѣплено зеркало M', которое помѣщалось рядомъ съ зеркаломъ M интерферометра и составляло его продолженіе; въ полѣ зрѣнія получались двѣ системы прямыхъ полосокъ— одна отъ зеркалъ M и R, другая отъ M' и R. Пусть при равновѣсіи вѣсовъ обѣ системы полосокъ составляли продолженіе одна другой. При нарушеніи равновѣсія зеркало M' приближалось къ P и одна система полосокъ перемѣщалась относительно другой. По числу перемѣстившихся полосокъ можно было знать, насколько зеркало M' приблизилось къ P, откуда, зная длину коромысла, можно было опредѣлить и уголъ его наклоненія.

Съ помощью такихъ вѣсовъ опредѣляли силу, съ которою привѣшенный къ концу коромысла шарикъ притягивается подставленнымъ снизу свинцовымъ шаромъ. Отсюда можно было вычислить и коэффиціентъ тяготѣнія.

(*Окончаніе слѣдуетъ*).

Индикаторы электрическихъ колебаній.

В. И. Романова.

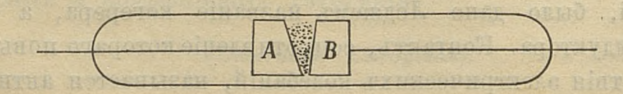
Какъ мы видѣли [1]), электрическія колебанія могутъ быть обнаружены не только резонаторомъ Герца, но и гейслеровскою трубкою, очень чувствительною и особенно удобною для изслѣдованій на проволокахъ; чрезъ такую трубку проходитъ разрядъ въ томъ случаѣ, когда она находится въ пучности электрическихъ колебаній, и не проходитъ, если она лежитъ въ узлѣ. Существуетъ еще цѣлый рядъ указателей электрическихъ колебаній, основанныхъ на томъ воздѣйствіи, которое электрическія колебанія производятъ на цѣлый рядъ физическихъ процессовъ. Мы разсмотримъ наиболѣе интересные изъ этихъ опытовъ и основанные на этомъ приборы, изъ которыхъ многіе нашли большое примѣненіе въ безпроволочной телеграфіи. Замѣчательное дѣйствіе имѣютъ электрическія колебанія на сопротивленіе неплотныхъ или несовершенныхъ контактовъ.

Такіе контакты образуются при соприкосновеніи острія и пластинки, двухъ или нѣсколькихъ шаровъ, опилокъ всевозможныхъ металловъ и проч. Контакты между этими тѣлами вслѣдствіе ихъ окисленія на воздухѣ и малой поверхности соприкосновенія очень несовершенны и имѣютъ поэтому большое сопротивленіе. Дѣйствіе электрическихъ колебаній состоитъ въ томъ, что они очень сильно уменьшаютъ сопротивленіе такихъ контактовъ или наоборотъ его повышаютъ. Контактамъ, сопротивленіе которыхъ понижается отъ дѣйствія электрическихъ колебаній, было дано Лоджемъ названіе когерера, а Бранли —радіоиндуктора. Контактъ, сопротивленіе котораго повышается отъ дѣйствія электрическихъ колебаній, называется антикогереромъ. Бранли и Лоджъ первые изучили эти явленія и соста-

[1]) См. стр. 10.

вили ихъ теорію. Сопротивленіе простыхъ контактовъ, т. е образующихся между поверхностями двухъ соприкасающихся металловъ, а также сопротивленіе металлическихъ опилокъ между двумя электродами, подъ дѣйствіемъ тока большой электродвижущей силы можетъ, по опредѣленію Бранли, падать отъ тысячи до нѣсколькихъ омовъ; чувствительные когереры даютъ паденіе сопротивленія отъ нѣсколькихъ милліоновъ омовъ и до нѣсколькихъ десятковъ. Таково же дѣйствіе любой искры и электрическихъ колебаній, притомъ одинаково, будетъ ли когереръ включенъ въ цѣпь или совершенно изолированъ; но вліяніе искры прекращается, если когереръ со всѣхъ сторонъ заключенъ въ металлическую оболочку. Въ большинствѣ случаевъ сопротивленіе контакта сохраняетъ ту величину, которую оно пріобрѣло подъ дѣйствіемъ электрическихъ колебаній или тока. Чтобы возстановить прежнее сопротивленіе контакта достаточно очень легкаго сотрясенія или незначительнаго нагрѣванія; охлажденіе однако вліянія на сопротивленіе контакта не имѣетъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ чувствительный контактъ самъ принимаетъ прежнее сопротивленіе. Въ настоящее время существуетъ цѣлый рядъ теорій, объясняющихъ дѣйствіе чувствительныхъ контактовъ, однако ни одна изъ нихъ не объясняетъ всѣхъ наблюдаемыхъ въ этой области явленій, которыя слишкомъ сложны и очевидно обусловлены слишкомъ большимъ количествомъ причинъ, чтобы улечься всецѣло въ рамку каждой изъ извѣстныхъ теорій. Сначала разберемъ наиболѣе интересныя явленія въ этой области, а затѣмъ главнѣйшія изъ предложенныхъ въ настоящее время теорій.

Большое значеніе, какъ показали многочисленные опыты, имѣетъ состояніе поверхности чувствительнаго контакта. Лучше всего удаются когереры изъ легко окисляемыхъ металловъ и только такіе употребляются въ безпроволочной телеграфіи. Когереръ Маркони, употребляемый обществомъ „Wireless Telegraph and Signal Company“ состоитъ изъ эбонитовой или стеклянной трубки, въ которую вставлены серебряные электроды



Фиг. 1.

A и *B*, срѣзанные наискось (фиг. 1), а между ними находятся опилки, состоящія изъ 96% никкеля и 4% серебра, или какъ совѣтуетъ Блондель, опилки той лигатуры, изъ которой чеканятся американскія никкелевыя монеты или серебряныя русскія. Наивыгоднѣйшее разстояніе между электродами, по изслѣдованію Маркони, составляетъ около 0.5 mm. Тончайшій слой окиси значительно увеличиваетъ чувствительность контакта, вслѣдствіе чего окисляемые металлы и представляются особенно пригодными для устройства когерсровъ. Однако, это условіе является лишь желательнымъ, но не необходимымъ, такъ какъ можно устроить когереръ не только съ опилками и электродами изъ однихъ благородныхъ металловъ, но какъ показалъ Томасина, изъ угольнаго порошка, находящагося между угольными электродами. Подобно окиси чувствительность увеличиваютъ и другія химическія соединенія поверхностнаго слоя; напримѣръ, чувствительность серебряныхъ опилокъ повышается, если ихъ подвергнуть дѣйствію паровъ сѣры и, такимъ образомъ, получить на ихъ поверхности налетъ сѣрнистаго серебра. Когереры изъ твердой массы были устроены Бранли, который сплавлялъ металлическія опилки съ различными діэлектриками, такъ что послѣ охлажденія получалась совершенно однородная и твердая масса. Наконецъ, въ качествѣ когереровъ употребляются и простые контакты двухъ или нѣсколькихъ шаровъ, острія и пластинки и пр.

Бранли и Лоджомъ были предложены теоріи, подвергшіяся впослѣдствіи дополненію и измѣненію другихъ изслѣдователей. По Бранли сопротивленіе чувствительныхъ контактовъ уменьшается вслѣдствіе того, что слой діэлектрика, отдѣляющій другъ отъ друга проводящія частицы, подъ вліяніемъ электрическихъ колебаній становится проводящимъ. Въ случаѣ антикогерера измѣненіе діэлектрика идетъ въ противоположномъ направленіи и сопротивленіе контакта повышается. Легкія сотрясенія приводятъ діэлектрикъ къ прежнему состоянію. Нѣкоторое преимущество этой теоріи состоитъ въ томъ, что увеличеніе и уменьшеніе сопротивленія объясняется однимъ и тѣмъ же предположеніемъ, однако предполагаемое имъ измѣненіе діэлектрика до сихъ поръ еще не подтверждено прямыми опытами, и были указаны случаи, которые противорѣчатъ такому объясненію. Изслѣдуя дѣйствіе желѣзныхъ опилокъ, смоченныхъ

алкоголемъ, Люлье нашелъ, что полученную отъ дѣйствія электрическихъ колебаній проводимость онѣ не потеряли даже тогда, когда послѣ просушки вновь были смочены свѣжимъ алкоголемъ и когда слѣдовательно, составъ діэлектрика былъ обновленъ; это противорѣчитъ теоріи Бранли, по которой сопротивленіе контакта зависитъ отъ состоянія промежуточнаго діэлектрика. Иначе объясняетъ эти явленія теорія Лоджа.

Увеличеніе проводимости контакта Лоджъ приписываетъ тѣмъ маленькимъ искоркамъ, которыя проскакиваютъ между соприкасающимися частицами опилокъ и пробиваютъ тотъ слой окиси и діэлектрика, который находится между ними. Дѣйствіе этихъ искръ можетъ выражаться не только въ тѣснѣйшемъ соприкосновеніи отдѣльныхъ частицъ, но и въ непосредственномъ спаиваніи ихъ другъ съ другомъ. По мнѣнію Лоджа извѣстную роль могутъ играть и тѣ химическіе процессы, которые подъ дѣйствіемъ тока, циркулирующаго въ опилкахъ, должны происходить въ поверхностномъ слоѣ окиси, покрывающемъ опилки. Наконецъ, электрическія колебанія, сообщая опилкамъ заряды, вызываютъ въ нихъ дѣйствія электростатическія, состоящія въ притяженіи заряженныхъ сосѣднихъ частицъ. Подъ вліяніемъ этого притяженія частицы принимаютъ оріентированное положеніе, что сообщаетъ имъ еще большую близость; именно, находясь въ электрическомъ полѣ онѣ стремятся расположиться вдоль силовыхъ линій, направленныхъ отъ одного электрода къ другому. Уменьшеніе электропроводности до прежнихъ размѣровъ, наблюдаемое при сотрясеніяхъ, объясняется Лоджомъ нарушеніемъ этой оріентировки частицъ и контактовъ, образовавшихся при содѣйствіи искръ. Въ дополненіе къ теоріи Лоджа слѣдуетъ сказать, что дѣйствіе искръ можетъ состоять не только въ непосредственномъ спаиваніи, но и въ образованіи болѣе тонкихъ мостиковъ, образующихся изъ металлическаго пара возгоняемаго искрами. При такомъ предположеніи можетъ быть объяснено и дѣйствіе опилокъ, сплавленныхъ съ твердыми діэлектриками, гдѣ нельзя уже говорить о какой нибудь оріентировкѣ частицъ и ихъ непосредственномъ соприкосновеніи и спаиваніи. Дѣйствіе искръ состоитъ лишь въ пробуравливаніи діэлектрика, металлической окиси и въ возгонкѣ металлическихъ паровъ, которые, осаждаясь на стѣнкахъ каналовъ въ діэлектрикѣ, увеличиваютъ

проводимость между частицами опилокъ. Это дополненіе устраняетъ возраженіе Бранли, который во вліяніи электрическихъ колебаній на такіе сплавы видѣлъ противорѣчіе съ теоріей Лоджа.

Какъ показалъ Зундорфъ, можно также объяснить, опираясь на теорію Лоджа, почему при повышеніи температуры сопротивленіе когерера принимаетъ прежнее значеніе, пониженіе же температуры такого вліянія не имѣетъ. При повышеніи температуры вліяніе тепла заставляетъ выгибаться металлическіе мостики, чего они не выдерживаютъ и разрываются. Наоборотъ, пониженіе температуры, заставляя мостики стягиваться, уплотняетъ ихъ, не нарушая контакта между частицами когерера.

При этомъ Зундорфъ же могъ наблюдать, что опилки желѣза и никкеля между электродами когерера, послѣ того какъ онъ былъ подвергнутъ дѣйствію электрическихъ разрядовъ, не могли быть всѣ удалены съ одинаковою легкостью дѣйствіемъ очень слабаго магнита; часть ихъ оставалась между электродами когерера, располагаясь вдоль силовыхъ линій на подобіе цѣпочекъ. Въ пользу теоріи Лоджа говоритъ также и то, что существованіе искръ между частицами опилокъ, составляющее основу теоріи, было наблюдаемо Аронсомъ и Томасиною и другими, какъ въ томъ случаѣ, когда ихъ можно было видѣть непосредственно, такъ и въ томъ случаѣ, когда ихъ присутствіе можно было обнаружить лишь фотографическимъ путемъ.

Однако слѣдуетъ замѣтить, что хотя искры и были наблюдаемы непосредственно, но разности потенціаловъ, при которыхъ производились эти опыты, обыкновенно значительно превосходили тѣ, которыя въ дѣйствительности имѣютъ мѣсто на борнахъ когереровъ, употребляемыхъ въ безпроволочной телеграфіи, что, конечно, не лишаетъ насъ возможности предполагать, что и при меньшихъ разностяхъ потенціаловъ мы имѣемъ ту же группу явленій, обусловленную тѣми же причинами. При этомъ очень интересно, что подъ дѣйствіемъ особенно сильныхъ видимыхъ искръ сопротивленіе когерера не только не измѣняется болѣе правильно, но иногда идетъ даже въ противоположную сторону. Это показываетъ, что при сильныхъ по отношенію къ данному когереру искрахъ можно получить и обратный результатъ. Такіе радіокондукторы или какъ ихъ называ-

ютъ, антикогереры, вмѣсто того чтобы уменьшать, увеличиваютъ свое сопротивленіе подъ дѣйствіемъ электрическихъ колебаній. Мы разсмотримъ нѣкоторые изъ этихъ приборовъ и ихъ объясненіе съ точки зрѣнія теоріи Лоджа. Антикогереръ Аронса, состоитъ изъ полосы станіоля, разрѣзанной на двое; причемъ самый разрѣзъ обсыпанъ металлическими опилками. Процессъ происходящій въ этомъ антикогерерѣ, какъ показали изслѣдованія подъ микроскопомъ, состоитъ въ томъ, что сначала, подъ дѣйствіемъ малыхъ искорокъ между опилками, образуются мостики, которые вновь разрушаются болѣе сильными искрами.

Въ результатѣ подъ дѣйствіемъ электрическихъ колебаній получается сильное увеличеніе сопротивленія. Къ подобному же типу относится антикогереръ Нейгшвендера и пластинка Шефера. Первый состоитъ изъ посеребренной пластинки стекла, слой серебра которой раздѣленъ на двѣ части щелью въ одну треть миллиметра ширины; токъ проходитъ черезъ такую щель въ томъ случаѣ, если она покрыта тонкимъ слоемъ проводящей жидкости.

Такъ какъ вслѣдствіе электролиза въ жидкости отлагаются тончайшія металлическія нити, то сопротивленіе слоя уменьшается до нѣкоторой опредѣленной величины. Если затѣмъ слой подвергнуть вліянію электрическихъ колебаній, то дѣйствіемъ искръ эти нити разрушаются, и сопротивленіе слоя увеличивается вновь. Съ прекращеніемъ электрическихъ колебаній, его сопротивленіе вновь уменьшается до прежней величины, вслѣдствіе отложенія новыхъ нитей. Пластинка Шефера отличается отъ предыдущаго антикогерера тѣмъ, что разрѣзъ на слоѣ серебра дѣлается шириною въ 0·01 mm. или еще меньше при помощи чертежнаго алмаза; контактъ между обѣими частями пластинки сохраняется благодаря тѣмъ нитямъ серебра, которыя не были прорѣзаны или прорваны алмазомъ; такихъ прорѣзовъ можетъ быть и нѣсколько; затѣмъ вся пластинка покрывается лакомъ и помѣщается въ стеклянную трубку, изъ которой выкачивается воздухъ. Подъ вліяніемъ электрическихъ колебаній сопротивленіе пластинки сильно увеличивается. Происходитъ это отъ того, что подъ дѣйствіемъ искръ серебряныя нити превращаются въ паръ и, пока, когереръ подверженъ электрическимъ колебаніямъ, контакта между краями раз-

рѣза нѣтъ или онъ настолько несовершененъ, что сопротивленіе пластинки увеличивается во много разъ. Съ прекращеніемъ электрическихъ колебаній пары вновь осаждаются и опять образуютъ мостики, вслѣдствіе чего сопротивленіе пластинки падаетъ до первоначальной величины.

Совершенно самостоятельный взглядъ на разсматриваемыя явленія былъ высказанъ Бозе, который, изучая цѣлый рядъ чувствительныхъ контактовъ, нашелъ, что почти съ каждымъ изъ нихъ можно получить и повышеніе и пониженіе сопротивленія, и для однихъ металловъ нормальнымъ можетъ быть повышеніе, для другихъ — пониженіе сопротивленія. Особенно сильно отрицательное дѣйствіе контакта двухъ шаровъ изъ калія, находящихся въ какомъ нибудь минеральномъ маслѣ для предохраненія ихъ отъ кислорода воздуха. При опредѣленномъ давленіи между шарами сопротивленіе этого контакта сильно увеличивается отъ электрическихъ колебаній, и затѣмъ самостоятельно принимаетъ прежнюю величину. Совершенно подобное представляютъ и другіе земельные щелочные металлы. Наконецъ Бозе не только могъ такъ регулировать контакты изъ желѣза, цинка, никкеля и пр., что онъ получалъ то увеличеніе, то уменьшеніе сопротивленія, но даже въ зависимости отъ силы дѣйствія электрическихъ колебаній онъ могъ получать различные результаты. Такъ, напримѣръ, порошкообразный мышьякъ подъ сильнымъ дѣйствіемъ электрическихъ колебаній вблизи вибратора увеличиваетъ свое сопротивленіе, но уменьшаетъ его, находясь вдали отъ вибратора, когда колебанія дѣйствовали на него слабѣе. Осмій обнаруживалъ какъ разъ обратный ходъ явленій.

Однако результаты другихъ изслѣдователей не всегда согласны съ опытами Бозе. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ наблюдается тотъ же ходъ явленій, въ другихъ—какъ разъ обратный. Такимъ образомъ наблюденія Бозе въ настоящее время не могутъ еще считаться установленными. Гуте, повторявшій опыты Бозе, приписываетъ наблюдавшееся послѣднимъ увеличеніе и уменьшеніе сопротивленія его радіокондукторовъ ихъ слишкомъ сложному устройству. Что касается простыхъ контактовъ между шаровыми поверхностями, то повышеніе сопротивленія, въ нѣкоторыхъ случаяхъ наблюдавшееся Бозе, зависѣло отъ мельчайшихъ частицъ, случайно застрявшихъ

между поверхностями шаровъ и устанавливавшихъ между ними болѣе полный контактъ; подъ вліяніемъ сильныхъ электрическихъ колебаній эти частицы разбрасывались въ стороны, нарушая контактъ и тѣмъ увеличивая его сопротивленіе. Какъ мы видѣли въ антикогерерахъ Аронса, Нейгшвендера и Шефера сильныя искры и слѣдовательно интенсивныя колебанія могутъ также вызывать увеличеніе сопротивленія, и слѣдовательно къ этой же категоріи могутъ быть отнесены и явленія, наблюдавшіяся Бозе, если объясненія Гуте справедливы. Съ этой точки зрѣнія могутъ быть объяснены и тѣ явленія, что на различныхъ разстояніяхъ отъ вибратора получались прямо противоположные эфекты. Подъ дѣйствіемъ сильныхъ искръ, на близкомъ разстояніи сопротивленіе можетъ увеличиться, на далекомъ разстояніи, подъ дѣйствіемъ слабыхъ искръ, можетъ уменьшаться.

Однако Бозе для объясненія явленій несовершенныхъ контактовъ создаетъ самостоятельную теорію. Онъ признаетъ, что всякое вещество, кромѣ совершенно нечувствительныхъ къ электрическому воздѣйствію, можетъ существовать въ двухъ аллотропическихъ видахъ. Подъ дѣйствіемъ электрическихъ колебаній вещество изъ одного вида переходитъ отчасти въ другой видъ, который по своимъ электрическимъ свойствамъ и слѣдовательно по электропроводности отличается отъ перваго. Для однихъ веществъ электропроводность втораго вида можетъ быть больше, для другихъ веществъ меньше, чѣмъ для перваго вида.

Если во второй разновидности вещество находится въ неустойчивомъ равновѣсіи, то по прекращеніи электрическаго воздѣйствія оно опять само переходитъ въ первую разновидность, и тогда сопротивленіе контакта опять пріобрѣтаетъ первоначальную величину; если же во второй разновидности вещество находится въ устойчивомъ равновѣсіи, то нужны постороннія воздѣйствія въ видѣ сотрясенія или повышенія температуры для того, чтобы сопротивленіе контакта достигло первоначальной величины. Процессъ перехода вещества изъ одной разновидности въ другую можетъ происходить только въ поверхностномъ слоѣ вещества и лишь до нѣкоторой степени: оно имѣетъ какъ бы нѣкоторый предѣлъ насыщенія. Тотъ фактъ, что отъ очень частаго употребленія когереръ начинаетъ рабо-

тать менѣе интенсивно и какъ бы утомляется, Бозе объясняетъ тѣмъ, что въ промежутокъ между дѣйствіемъ электрическихъ колебаній поверхностный слой когерера не успѣваетъ возвратиться къ первоначальному состоянію. Не все вещество, перешедшее во вторую разновидность, успѣваетъ опять переходить въ первый видъ, и слѣдовательно, при слѣдующихъ воздѣйствіяхъ, все меньшія и меньшія количества вещества могутъ участвовать въ этомъ процессѣ перехода. Слѣдуетъ, конечно, замѣтить, что никакими непосредственными опытами теорія Бозе еще не была подтверждена.

Близко къ вышеописаннымъ опытамъ надъ дѣйствіемъ электрическихъ колебаній на чувствительные контакты примыкаютъ изслѣдованія Бозе надъ дѣйствіемъ на эти контакты гальваническаго тока. Конечный результатъ его изслѣдованій состоитъ въ томъ, что при самыхъ незначительныхъ электродвижущихъ силахъ въ нѣсколько десятыхъ вольта и слѣдовательно при самомъ слабомъ токѣ замѣчается уже увеличеніе ихъ электропроводности, которая измѣняется вмѣстѣ съ измѣненіемъ электродвижущей силы. Притомъ подъ вліяніемъ очень слабой періодической силы для тѣхъ когерeровъ, которые не возвращаются къ первоначальному сопротивленію, измѣненіе электропроводности напоминаетъ собою явленіе намагниченія желѣза подъ дѣйствіемъ періодически измѣняющейся силы. Какъ электропроводность въ первомъ случаѣ, такъ намагниченіе во второмъ слѣдуютъ съ нѣкоторымъ запаздываніемъ за той силой, которая вызываетъ эти явленія. Максимумъ электропроводности контакта получается въ изслѣдованіяхъ Бозе не въ томъ случаѣ, когда электродвижущая сила достигала максимальной величины, около одного вольта, а лишь тогда, когда электродвижущая сила начинала убывать и уменьшалась на одну или нѣсколько десятыхъ.

Въ случаѣ контактовъ, самостоятельно возвращающихся къ первоначальному сопротивленію, такого запаздыванія электропроводности не замѣчалось.

Тѣмъ же вопросомъ занимались Еклесъ и другіе, которые дали самостоятельныя теоріи вышеописанныхъ явленій, нѣкоторыя положенія которыхъ собственно уже содержатся въ теоріяхъ Лоджа и Бранли, а отчасти составляютъ ихъ дополненія и измѣненія. По предположеніямъ Троубриджа и Гуте

частицы опилокъ или соприкасающіяся части контакта окружены сгущеннымъ слоемъ газа или водянаго пара, обусловливающаго ихъ малую электропроводность. Разность потенціаловъ, которая образуется между частицами опилокъ, вслѣдствіе-ли электрическихъ колебаній, или гальваническаго тока, заставляетъ частицы притягиваться другъ къ другу на столько, что въ нѣкоторыхъ точкахъ разстоянія между ними достигаютъ лишь молекулярныхъ размѣровъ. Подъ дѣйствіемъ электролитическихъ процессовъ, которые могутъ происходить во влажной атмосферѣ, отдѣляющей частицы, отъ однѣхъ частицъ отдѣляются положительные іоны, образуя такимъ образомъ съ сосѣдними частицами непосредственное соприкосновеніе, увеличивающее электропроводность контакта. Это уменьшеніе сопротивленія остается и по прекращеніи тока и даже по вторичномъ его возобновленіи, если только сила возобновленнаго тока не превышаетъ силы тока первоначальнаго. При увеличеніи силы тока отдѣляются слѣдующіе іоны и электропроводность еще увеличивается. Приблизительно подобную же теорію даетъ Эклесъ, только онъ главную роль приписываетъ не электролитическимъ процессамъ, а оріентировкѣ частицъ, которую онѣ принимаютъ, находясь въ электрическомъ полѣ, образованномъ между электродами когерера, а отчасти и тѣмъ термическимъ процессамъ, которые, какъ и въ теоріи Лоджа, способствуютъ тѣснѣйшему контакту частицъ. Наконецъ Ферье разсматриваетъ частицы, какъ обкладки конденсатора; раздѣляющій ихъ діэлектрикъ, какъ его изолирующій слой, который при своей тонкости уже легко пробивается, когда разности потенціаловъ на обкладкахъ конденсатора достигаютъ лишь очень незначительной величины. Наконецъ подробное изслѣдованіе относительно сопротивленія простыхъ контактовъ было произведено Робинзономъ, который нашелъ, что сопротивленіе когерера зависитъ отъ промежуточнаго слоя между его полюсами, состоящаго бо̀льшею частью изъ окисей и обладающаго большою упругостью.

Однако ни одна изъ приведенныхъ теорій до сихъ поръ еще не можетъ объяснить всѣхъ извѣстныхъ въ данное время явленій, изъ которыхъ здѣсь приведены только важнѣйшія.

Принимая во вниманіе, что явленіе обусловливается, какъ динамическими, такъ и статическими процессами, и зависитъ,

какъ отъ явленій электротермическихъ, такъ и электрохимическихъ и другихъ, то естественно, что нельзя и ожидать скораго его разъясненія.

Не менѣе замѣчательнымъ является дѣйствіе электрическихъ колебаній по отношенію къ намагниченнымъ желѣзнымъ стержнямъ и опилкамъ. Электрическія колебанія, попадая на намагниченныя стальныя полоски или опилки, мгновенно ихъ размагничиваютъ. Это дѣйствіе электрическихъ колебаній объясняется тѣмъ, что они даютъ возможность молекуламъ выйти изъ того связаннаго состоянія, въ которомъ онѣ находятся въ намагниченномъ брускѣ, вслѣдствіе чего молекулы принимаютъ свою прежнюю оріентировку и брусокъ размагничивается.

Помѣстимъ желѣзный или стальной брусокъ около одного изъ концовъ постояннаго подковообразнаго магнита и начнемъ поворачивать послѣдній около перпендикулярной къ желѣзному стержню оси такъ, чтобы его полюсы поочередно проходили мимо стержня. Въ этомъ случаѣ стержень будетъ намагничиваться, при чемъ его полюсы будутъ поочередно мѣняться, если онъ до этого былъ въ нейтральномъ состояніи; или, въ крайнемъ случаѣ, его магнитизмъ будетъ періодически ослабляться и усиливаться. При этомъ, какъ извѣстно, намагниченіе стержня будетъ запаздывать относительно намагничивающей силы. Если этотъ стержень подвергнуть дѣйствію электрическихъ колебаній, то молекулы, получивъ свободу движеній, пріобрѣтаютъ возможность слѣдовать безъ замедленія за намагничивающей силой. Въ моментъ воздѣйствія получается быстрое измѣненіе магнитизма, которое вызываетъ въ проводникѣ, обернутомъ вокругъ стержня индуктивные токи настолько сильные, что они могутъ быть обнаружены телефономъ. Изобрѣтатель этого магнитнаго индикатора, Маркони, считаетъ его болѣе удобнымъ, чѣмъ обыкновенный когереръ, такъ какъ онъ совершенно не требуетъ тщательной установки и по прекращенію электрическихъ колебаній, конечно, самъ возвращается къ первоначальному состоянію. Кромѣ того, этотъ индикаторъ превосходитъ обыкновенный когереръ также и по своей чувствительности.

Не менѣе замѣчательнымъ оказывается дѣйствіе электрическихъ волнъ на электроды обыкновеннаго гальваническаго поляризующагося элемента, если его катодъ представляетъ остріе

или очень тонкую проволоку въ 0·02 mm. или менѣе. Это вліяніе, впервые обнаруженное Фессендомъ и Шлёмильхомъ, было подробнѣе разобрано Ротмундомъ и Лессингомъ, которые нашли, что оно не зависитъ ни отъ вещества, ни отъ химическаго состава разлагающихся веществъ въ томъ смыслѣ, что наблюдается на элементахъ изъ самыхъ разнообразныхъ химическихъ соединеній. Если токъ, пропускаемый отъ аккумулятора черезъ такой поляризующійся элементъ, очень слабъ, и слѣдовательно разность потенціаловъ, устанавливаемая на полюсахъ этого поляризующагося элемента, очень мала, то явленіе протекаетъ безразлично, будетъ ли поляризующимся электродомъ анодъ или катодъ. Чрезъ элементъ, состоявшій у нихъ изъ раствора сѣрной кислоты съ анодомъ въ видѣ платиноваго острія и съ неполяризующимся катодомъ, они пропускали токъ отъ аккумулятора съ разностью потенціаловъ отъ 0 до 2 volt. Въ цѣпь включался гальванометръ, который показывалъ величину этого тока, очень слабую, благодаря обратной электродвижущей силѣ поляризующагося элемента. Когда на такой элементъ дѣйствовали электрическія колебанія отъ вибратора Блондло, то токъ, измѣряемый гальванометромъ, значительно усиливался. Для объясненія этого явленія Ротмундъ и Лессингъ предполагаютъ, что электрическія колебанія деполяризуютъ соотвѣтствующій электродъ. Эта деполяризація происходитъ вслѣдствіе того, что перемѣнные токи, вызванные въ элементѣ электрическими колебаніями, могутъ проходить лишь въ одномъ направленіи: именно не пропускается токъ того направленія, который выдѣленіемъ водорода на поляризованномъ электродѣ стремится еще болѣе увеличить его поляризацію, и наоборотъ пропускается та слагающая тока, которая переноситъ положительные іоны къ поляризованному электроду, окисляетъ его водородъ и тѣмъ уменьшаетъ его поляризацію, и слѣдовательно увеличиваетъ проходящій черезъ него токъ. Нѣкоторое доказательство правильности своего объясненія они усматриваютъ въ томъ, что легко поляризующіеся элементы наиболѣе легко отзываются на дѣйствіе электрическихъ колебаній, между тѣмъ какъ неполяризующіеся элементы такому вліянію почти не подвергаются. Если вмѣсто гальванометра взять телефонъ, то при каждомъ дѣйствіи электрическихъ колебаній въ телефонѣ слышится шумъ.

Изъ всего сказаннаго ясно, что этимъ электрическимъ индикаторомъ можно пользоваться для цѣлей безпроволочной телеграфіи, тѣмъ болѣе, что по своей чувствительности онъ, какъ оказалось, также превосходитъ обыкновенный когереръ. Чувствительность прибора главнымъ образомъ зависитъ отъ толщины поляризующагося электрода, и потому для чувствительныхъ индикаторовъ поляризаціонные электроды устраиваются изъ волластоновской платиновой проволоки до 0·01 mm. въ діаметрѣ, которую затѣмъ, запаявъ въ стеклянную трубку, вытягиваютъ вмѣстѣ со стекломъ, вслѣдствіе чего ея діаметръ еще болѣе уменьшается. Переломивъ эту трубку, получаютъ въ мѣстѣ перелома едва высовывающійся кончикъ платиновой проволоки, который и служитъ поляризующимся электродомъ.

О чистой водѣ.

Ю. П. Лауденбаха[1]).

Понятія о чистотѣ воды совершенно различны съ точекъ зрѣнія широкой публики, гигіены и физики. Въ обыденной жизни воду считаютъ чистой, если она прозрачна, безцвѣтна, лишена всякаго запаха и не противна на вкусъ. Гигіена предъявляетъ къ чистой водѣ болѣе строгія требованія, считая воду чистой и пригодной къ употребленію лишь въ томъ случаѣ, когда она, обладая перечисленными выше физическими свойствами, содержитъ не болѣе опредѣленнаго количества плотныхъ неорганическихъ и органическихъ веществъ и совершенно не содержитъ патогенныхъ микробовъ. Но, ни самая чистая съ точки зрѣнія гигіены, ни даже дистиллированная обычнымъ путемъ вода не является «чистой» въ научномъ смыслѣ! Абсолютно чистая вода до сихъ поръ еще не получена: этому мѣшаетъ свойство ея, какъ могучаго растворителя. Къ такому выводу пришли при изученіи электропроводности воды.

По теоріи Аррениуса электропроводность обусловливается диссоціированными частицами вещества, такъ называемыми іонами. Для воды іонами являются H и OH, которыхъ по вычисленіямъ Кольрауша и Гейдвейлера въ «абсолютно чистой водѣ» имѣется лишь ничтожное количество, а именно 1 граммъ іоновъ H и 17 граммовъ іоновъ OH въ 12 500 000 литрахъ воды. Такимъ образомъ «абсолютно чистая вода» все таки не относится къ непроводникамъ электричества, и теоретически вычисленная электропроводность ея при 18°С. выражается числомъ $\varkappa = 0{,}036 . 10^{-10}$ въ системѣ единицъ $ohm^{-1}.cm^{-1}$.

Полученіемъ наиболѣе совершенныхъ образцовъ «чистой воды» наука обязана Кольраушу. Впервые такой образецъ имъ былъ приготовленъ въ 1884 году путемъ перегонки уже и безъ

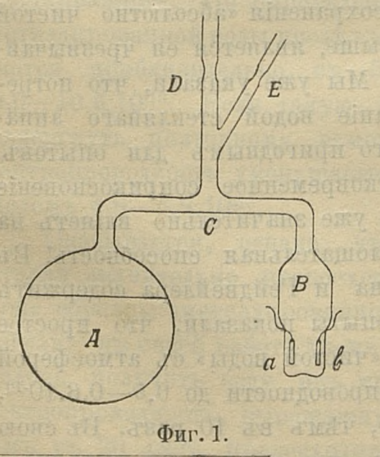
[1]) Докладъ, сдѣланный проф. Ю. П. Лауденбахомъ въ Кіевскомъ Физико-Медицинскомъ Обществѣ 13 апрѣля 1906 г.

того чрезвычайно чистой воды въ безвоздушномъ пространствѣ, доведенномъ 0,01 m.m. давленія ртутнаго столба. Электропроводность наиболѣе чистыхъ изъ полученныхъ тогда образцовъ воды равнялась при 18°C $\varkappa=0.25.10^{-10}$.

Чтобы дать болѣе реальное понятіе о томъ сопротивленіи, которое представляетъ электрическому току такая вода, Кольраушъ приводитъ слѣдующій примѣръ. «Единица сопротивленія воды, т. е. столбъ воды въ 1 квадратный миллиметръ поперечника и въ 1 метръ длины имѣетъ почти 4.10^{10} омовъ. Чтобы представить то же сопротивленіе току, мѣдная проволока въ 1 квадратный миллиметръ поперечника должна быть длиною въ 24.10^{8} километровъ, т. е. такую длину, которую даже свѣтъ можетъ пройти лишь въ 2,2 часа.

Однако полученные образцы этой «чистой воды» были еще далеки отъ идеала и очень быстро загрязнялись, благодаря растворимости стекла тѣхъ сосудовъ, въ которыхъ они были получены.

Послѣ десятилѣтняго выщелачиванія сосудовъ, въ которыхъ были получены упомянутые выше образцы «чистой воды», и установки данныхъ, что растворимость стекла доведена до минимума [1]) Кольраушу совмѣстно съ Гейдвейлеромъ удалось получить воду, электропроводность которой выражалась при 18°C числомъ $\varkappa=0,04.10^{-10}$. Этотъ образецъ можно признать очень совершеннымъ, такъ какъ его электропроводность лишь на 10% превышаетъ теоретически вычисленную электропроводность «абсолютно чистой» воды.



Фиг. 1.

Аппаратъ, въ которомъ была получена близкая къ идеалу «чистая вода», устроенъ очень просто. Онъ состоитъ изъ стекляннаго шарика A (фиг. 1) емкостью въ 100—200 куб. центиметровъ, соединеннаго помощью трубки C съ небольшимъ сосудомъ B, въ который впаяны платиновые электроды a и b. Отъ соединительной трубки C отходитъ вверхъ вертикальная трубка D,

[1]) Въ концѣ 1893 и началѣ 1894 года электропроводность воды, содержавшейся въ одномъ изъ сосудовъ Кольрауша, увеличивалась всего лишь на $0,009.10^{-10}$ въ сутки.

предназначенная для наполненія шарика A водой, а къ ней припаяна боковая трубка E, помощью которой весь этотъ аппаратъ соединяется съ воздушнымъ ртутнымъ насосомъ. Послѣ наполненія сосуда водою и удаленія изъ него газовъ, трубки D и F запаивались.

Для перегонки воды изъ шарика A въ сосудъ B, послѣдній помѣщался въ охладительную смѣсь съ температурой—2° до—5°C, а шарикъ A, съ заключенною въ немъ водою, въ водяную баню, подогрѣтую до 35°—50°C. При такихъ условіяхъ перегонка достаточнаго для опредѣленія электропроводности количества воды требовала отъ 15 до 30 минутъ. Конечно, предварительно изъ аппарата выкачивались газы и разрѣженіе доводилось, какъ упомянуто выше, до 0,01 mm. давленія ртути.

Такъ какъ электропроводность «чистой» воды ничтожна и при опредѣленіи ея приходилось измѣрять сопротивленія, доходившія до 10.10^6 омовъ, то пользоваться, какъ это дѣлается обычно при опредѣленіи электропроводности электролитовъ, перемѣнными токами и телефономъ было нельзя, ибо терялась увѣренность въ достаточной точности получаемыхъ данныхъ. Въ силу этого обстоятельства Кольраушъ вводилъ въ цѣпь Уитстонова мостика вмѣсто телефона очень чувствительный гальванометръ и пользовался очень короткими, около 0,1 секунды, замыканіями постояннаго тока.

Главной причиной, обусловливающей значительную трудность полученія и, что главное, сохраненія «абсолютно чистой воды», какъ это уже упомянуто выше, является ея чрезвычайная растворительная способность. Мы уже указали, что потребовалось десятилѣтнее выщелачиваніе водой стеклянаго аппарата для того, чтобы сдѣлать его пригоднымъ для опытовъ. Оказалось также, что даже кратковременное соприкосновеніе водной поверхности съ воздухомъ уже значительно вліяетъ на чистоту воды: такъ велика ея поглощательная способность! Въ этомъ отношеніи работа Кольрауша и Гейдвейлера содержитъ очень интересныя данныя. Ихъ опыты показали, что простое соприкосновеніе полученной ими «чистой воды» съ атмосферой обусловливаетъ повышеніе электропроводности до $0{,}5—0{,}6.10^{-10}$, т. е. что она увеличивается болѣе, чѣмъ въ 10 разъ. Въ свою очередь ихъ опыты показали также, что тщательное выкачиваніе газовъ изъ сосудовъ, въ которыхъ находится вода, значи-

тельно понижаетъ электропроводность послѣдней. На этомъ основаніи они высказали положеніе, что, при прочихъ равныхъ условіяхъ, увеличеніе электропроводности, а значитъ и загрязненіе воды, зависитъ главнымъ образомъ отъ летучихъ постороннихъ примѣсей.

Значительную роль можетъ играть при этомъ углекислота. Опыты Кнокса показали, что насыщеніе чистой воды углекислотой при обыкновенной температурѣ и барометрическомъ давленіи увеличиваетъ ея электропроводность болѣе чѣмъ въ 100 разъ.

Не менѣе интересными представляются данныя, относящіяся къ различнымъ образцамъ воды, встрѣчающейся и получаемой при обычныхъ условіяхъ. Прежде всего дистиллированная вода, даже непосредственно полученная изъ перегоннаго аппарата, хотя и считается химически чистой, но далеко не является таковой. Электропроводность такой свѣже-дистиллированной воды выражается по опредѣленіямъ Кэппе числами $49{,}2—52{,}3 . 10^{-10}$. По нашему опредѣленію, электропроводность наиболѣе чистаго образца свѣже-полученной дистиллированной воды химической лабораторіи Кіевскаго Университета равнялась $49{,}7 . 10^{-10}$.

Однако эта обыкновенная дистиллированная вода можетъ быть значительно очищена повторной перегонкой, продолжительнымъ кипяченіемъ, а также повторнымъ замораживаніемъ и оттаиваніемъ. По опредѣленіямъ Кэппе электропроводность дистиллированной воды послѣ продолжительнаго кипяченія уменьшается приблизительно въ 5 разъ и выражается числами $10{,}0—10{,}5 . 10^{-10}$. Если такую воду, по предложенію Нернста, подвергнуть повторному замораживанію и оттаиванію, то ея электропроводность уменьшается еще раза въ два и выражается числомъ $4{,}8—5{,}8 . 10^{-10}$.

Оказывается, однако, что въ природѣ встрѣчается вода, которая значительно превосходитъ своею чистотой означенные выше образцы дистиллированной воды! На это впервые обратили вниманіе въ своей работѣ тѣ-же Кольраушъ и Гейдвейлеръ. Имъ удалось получить воду изъ природнаго льда, которая имѣла электропроводность, выражавшуюся числомъ $2 . 10^{-10}$, т. е. болѣе чѣмъ въ 20 разъ превосходившую «чистотой» обыкновенную дистиллированную воду. Удивительно то обстоятельство, что вода,

изъ которой полученъ этотъ ледъ, имѣла электропроводность, превышавшую 300.10^{-10}! Кэппе тоже изслѣдовалъ электропроводность воды, полученной имъ изъ природнаго льда, взятаго прямо изъ комнатнаго ледника и растаявшаго на воздухѣ безъ всякихъ предосторожностей. По его опредѣленію электропроводность такой воды равнялась $8{,}0.10^{-10}$, т. е. эта вода была чище обыкновенной дистиллированной воды, очищенной продолжительнымъ кипяченіемъ. Причиной такой чрезвычайной чистоты воды изъ природнаго льда является, по мнѣнію Кэппе, способъ его образованія. При медленномъ замерзаніи, въ верхнихъ слояхъ рѣчныхъ и особенно озерныхъ водъ образуется масса мельчайшихъ кристалловъ, мало по малу превращающихся въ плотную ледяную кору. Эти мельчайшіе кристаллы состоятъ, конечно, изъ химически чистой воды и при медленномъ ихъ спаиваніи имѣется достаточно времени, чтобы растворенныя въ водѣ твердыя тѣла и газы выдѣлились и опустились въ жидкіе еще нижніе слои. При такомъ медленномъ замерзаніи воды, имѣющемъ мѣсто въ природѣ, ледъ представляется необыкновенно чистымъ и совершенно прозрачнымъ. Совершенно иное наблюдается при искусственномъ полученіи льда. Здѣсь вода превращается въ кристаллы быстро, во всей своей массѣ, и ледъ дѣлается непрозрачнымъ, молочнаго цвѣта, и заключаетъ въ себѣ почти все то, что было въ растворѣ. И дѣйствительно, при опредѣленіи электропроводности воды, приготовленной изъ искусственнаго льда, Кэппе получилъ число $137{,}0.10^{-10}$. При опредѣленіи электропроводности воды изъ растаявшаго на воздухѣ днѣпровскаго льда въ 1902 году нами было получено число $9{,}4.10^{-10}$. Электропроводность днѣпровской воды, взятой весною того же года у водокачки, равнялась по нашему опредѣленію $137{,}8.10^{-10}$ [1]).

Необычайная «чистота» воды, получаемой изъ растаявшаго льда, не является, однако, единственнымъ примѣромъ чистоты

---

[1]) Приведенный примѣръ электропроводности днѣпровской воды ясно доказываетъ, что „чистота“ въ данномъ случаѣ должна быть понимаема лишь въ смыслѣ содержанія въ водѣ свободныхъ іоновъ, обусловливающихъ электропроводность. Количества же взвѣшенныхъ въ ней нерастворимыхъ частицъ органическихъ и неорганическихъ веществъ этимъ путемъ опредѣлены быть не могутъ.

природныхъ водъ. Такъ, очень чистой является вода изъ снѣга, дождевая вода, а также вода горныхъ ручьевъ, получающихъ начало въ глечерахъ.

Очень интересный въ этомъ отношеніи примѣръ представляетъ вода одного изъ источниковъ въ Гаштейнѣ (Австрія, Зальцбургское герцогство), носящаго названіе «ядовитаго источника». Воды изъ него не пьютъ, хотя самыя тщательныя химическія изслѣдованія не могли обнаружить въ ней никакихъ вредныхъ для здоровья составныхъ частей. И вотъ оказалось, что электропроводность этой воды равна всего лишь $31{,}9.10^{-10}$! Такимъ образомъ остается сдѣлать абсурдный на первый взглядъ выводъ, что ядовитость означенной воды зависитъ отъ ея чрезвычайной чистоты!... И въ самомъ дѣлѣ, эта вода значительно чище обыкновенной дистиллированной воды, а послѣдняя, какъ извѣстно, есть протоплазматическій ядъ.

Послѣднее положеніе слѣдуетъ понимать въ слѣдующемъ смыслѣ. Если мы помѣстимъ клѣточные элементы въ дистиллированную воду, то въ силу значительной разницы осмотическаго давленія внутри клѣтокъ и въ окружающей ихъ средѣ, устанавливаются осмотическіе токи: вода поступаетъ внутрь клѣтокъ, послѣднія набухаютъ и теряютъ, въ силу обратныхъ токовъ, значительное количество солей. Этимъ въ такой степени нарушается нормальный составъ протоплазмы, что жизнь клѣтокъ прекращается. То-же наблюдается и на живыхъ частяхъ органовъ, а также на низшихъ организмахъ. Если ихъ помѣстить въ совершенно чистую, несодержащую солей воду, то они быстро умираютъ вслѣдствіе того, что отъ нихъ отнимаются соли и другія растворимыя вещества въ такомъ значительномъ количествѣ, что продолженіе жизни становится совершенно невозможнымъ. Извѣстно также, что рыбы соленыхъ водъ умираютъ въ прѣсной водѣ, а прѣсноводныя рыбы въ свою очередь быстро гибнутъ въ дистиллированной, содержащей кислородъ, водѣ.

Нашъ органъ вкуса оберегаетъ насъ отъ поступленія въ желудокъ дистиллированной воды, и всѣмъ пробовавшимъ ее извѣстенъ ея чрезвычайно противный вкусъ. Если же въ желудокъ попадаетъ значительное количество дистиллированной воды, то въ поверхностныхъ слояхъ его клѣтокъ происходятъ слѣдующія явленія: онѣ теряютъ соли, набухаютъ, гибнутъ и

отслаиваются. Этимъ и объясняется чувство недомоганія, тошнота, рвота и даже явленія выраженнаго катарра желудка послѣ введенія въ него значительнаго количества дистиллированной воды. Описанныя выше явленія наблюдались послѣ повторныхъ промываній желудка дистиллированной водой, которыя теперь совершенно оставлены и замѣнены промываніями слабыми растворами поваренной соли и соды.

Если такимъ образомъ принять во вниманіе, что обычная дистиллированная вода, особенно простоявшая нѣкоторое время въ лабораторіи, аптекѣ или клиникѣ, безъ достаточнаго соблюденія предосторожностей, иногда въ плохо закрытыхъ сосудахъ, очень далека отъ идеала «чистой воды», то тѣмъ рельефнѣе, конечно, должно выступить ядовитое дѣйствіе воды, значительно болѣе чистой, чѣмъ обычная дистиллированная вода. Такой именно и является вода упомянутаго выше источника въ Гаштейнѣ, носящаго названіе «ядовитаго». Изслѣдованіе ея электропроводности показало, что она значительно чище обычной, даже свѣже изготовленной дистиллированной воды, и ея ядовитое дѣйствіе должно быть, конечно, тоже значительно болѣе выраженнымъ.

Послѣ выше изложеннаго становится понятнымъ также то вредное дѣйствіе, которое оказываетъ на здоровье глотаніе въ большомъ количествѣ кусочковъ льда, такъ широко иногда практикуемое. Вредное дѣйствіе зависитъ здѣсь не отъ «простуды», которою такъ охотно, но безъ всякаго основанія, объясняютъ всевозможныя заболѣванія, а отъ той чрезвычайно чистой воды, которая получается при таяніи льда. Низкая же температура льда, притупляя чувствительность нашего вкусоваго органа, лишаетъ насъ только той самозащиты, которая проявляется въ отношеніи дистиллированной воды при обыкновенной температурѣ. Болѣе чѣмъ вѣроятно также и то, что наблюдаемое вредное дѣйствіе воды изъ глечеровъ, холодныхъ водъ горныхъ ручьевъ и воды изъ снѣга зависитъ отъ чрезвычайной ихъ чистоты, при чемъ ихъ низкая температура лишаетъ насъ прирожденной намъ самозащиты. Наблюденія показываютъ, что ни ледъ, ни снѣгъ не утоляютъ жажды; и въ хорошо составленныхъ путеводителяхъ по горамъ указываютъ на этотъ фактъ и предостерегаютъ также отъ питья воды изъ холодныхъ горныхъ источниковъ.

Приведенные примѣры доказываютъ, что не только въ специальныхъ лабораторіяхъ получена почти абсолютно чистая вода, но что и въ обширной лабораторіи окружающей насъ природы имѣется достаточное количество болѣе или менѣе близкой къ идеалу чистой воды. Послѣднее обстоятельство тѣмъ болѣе заслуживаетъ вниманія, что чѣмъ чище вода въ химическомъ смыслѣ, тѣмъ болѣе она вредна нашему здоровью.

Въ заключеніе я позволю себѣ привести таблицу сравнительныхъ данныхъ электропроводности нѣкоторыхъ водъ; тѣ образцы водъ, около которыхъ стоитъ звѣздочка, изслѣдованы въ отношеніи ихъ электропроводности нами въ Химической лабораторіи Университета св. Владиміра.

Всѣ наши числа отнесены къ 18°С. и выражены абсолютно въ системѣ *ohm*$^{-1}$ *cm*$^{-1}$. Ради краткости писанія они помножены на 10^{10}.

Таблица электропроводности нѣкоторыхъ водъ. $\varkappa . 10^{10}$

1	Абсолютно «чистая вода» по вычисленію Кольрауша и Гейдвейлера	0,036
2	Наиболѣе чистая вода, полученная тѣми-же авторами	0,04
3	Вода изъ растаявшаго природнаго льда по Кольраушу и Гейдвейлеру	2,0
4	Вода, очищенная повторнымъ замораживаніемъ, по Кэппе	4,8
5	Вода изъ природнаго льда по Кэппе	8,0
6	Такая-же вода изъ днѣпровскаго льда 1902 г.*	9,4
7	Дистиллированная вода, долго кипяченная, по Кэппе	10,0
8	Вода изъ снѣга*	30,7
9	Вода изъ «ядовитаго источника» въ Гаштейнѣ по фонъ-Вальтенгофу	31,9
10	Дождевая вода*	40,3
11	«Чистая вода» насыщенная CO_2 по Кноксу .	43,5

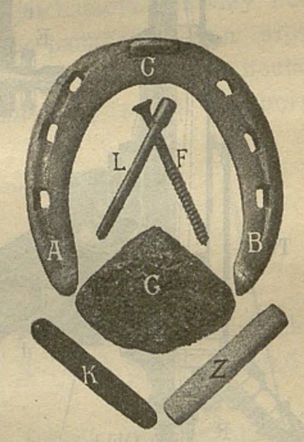
12	Обыкновенная дистиллированная вода, по Кэппе	49,2
13	Дистиллированная вода Химической лабораторіи Университета Св. Владиміра*	49,7
14	Вода изъ растаявшаго искусственнаго льда* .	137,0
15	Днѣпровская вода весною 1902 г.*	137,8
16	Вода изъ вѣнскаго водопровода, по фонъ-Вальтенгофу	239,0
17	Вода изъ источника «Бусловка» близъ Кіева*	276,7
18	Кіевская артезіанская вода изъ общаго колодца*	536,4
19	Вода изъ колодца «Льва» на Подолѣ въ г. Кіевѣ*	1174,5
20	Гисгюблеръ*	1329,0
21	Контрексвиль, источникъ Павильонъ*	2042,0
22	Вода изъ колодца въ память крещенія Руси въ Кіевѣ*	2108,3
23	Эмсъ, источникъ Кренхенъ*	3891,0
24	Оберзальцбрунненъ*	4039,0
25	Сельтерсъ, натуральная вода*	4550,0
26	Боржомъ, Екатерининскій источникъ*	5293,0
27	Виши, источникъ Грандъ-Гриль*	6070,0
28	Карльсбадская вода, источникъ Шпрудель* .	6378,0
29	Маріенбадская вода, источникъ Крейцбрунненъ*	9684,0
30	Гуніади Яносъ*	27871,0
31	0,73% раствора *NaCl* по Оствальду	11050,0
32	1,40% *NaCl*, по Оствальду	20038,0

Физическій кабинетъ.

1) *Простѣйшій приборъ для демонстраціи расширенія при нагрѣваніи.*

Приборы, показывающіе расширеніе тѣлъ при нагрѣваніи, обыкновенно бываютъ сложны и потому нерѣдко производятъ на учениковъ впечатлѣніе машинъ, посредствомъ которыхъ тѣла расширяютъ. А между тѣмъ начинающимъ нужно показать, что отъ дѣйствія теплоты расширяются всякія тѣла, взятыя откуда угодно, а не только изъ шкапа физическаго кабинета.

Чтобы судить о расширеніи даннаго тѣла, надо сравнить его размѣры до и послѣ нагрѣванія съ размѣрами другого тѣла, остающагося въ это время неизмѣннымъ. За такое тѣло мы выбрали для нашихъ опытовъ желѣзную подкову ABC (фиг. 1), шипы которой A и B нарочно были припилены параллельно другъ другу съ внутренней стороны подковы.



Фиг. 1.

Желая показать на опытѣ, что различныя тѣла расширяются, мы подобрали нѣсколько предметовъ подходящихъ размѣровъ, а именно: желѣзный винтъ F, латунный болтъ L, каучуковый цилиндрикъ K, цинковый стержень Z и осколокъ гранита G, и пригнали ихъ такъ, что они плотно входили въ зазоръ подковы, касаясь плоскостей A, B своими закругленными концами, но не распирая при этомъ всей подковы. При такихъ условіяхъ названныя тѣла не удерживались въ зазорѣ и падали, пока они оставались холодными. Но при нагрѣваніи они удлинялись и потому, когда ихъ вновь вводили въ тотъ же зазоръ теплыми, подкова растягивалась и они крѣпко держались между ея шипами.

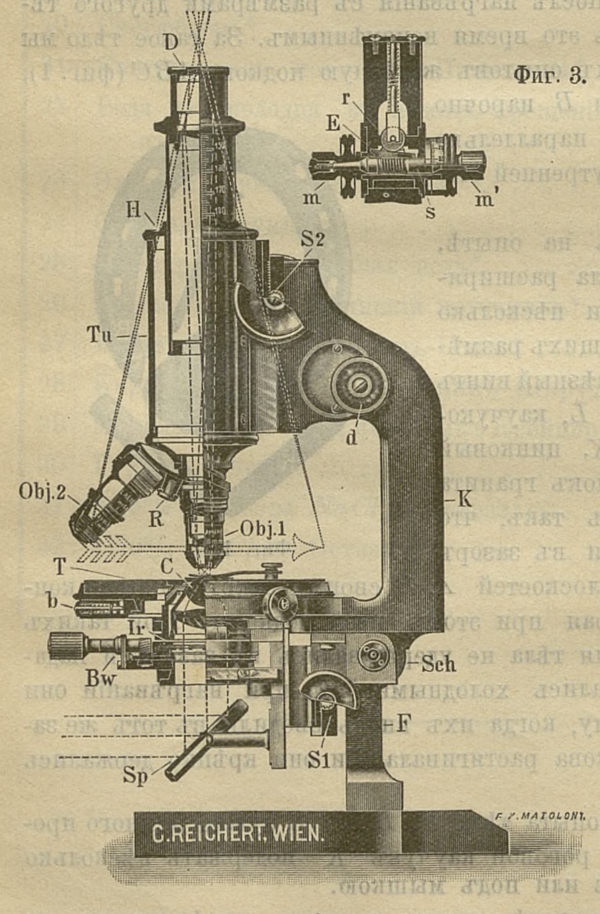
Для удачнаго опыта тѣла F, L, G, Z нужно немного прогрѣть на лампѣ, а роговой каучукъ K—подержать нѣсколько минутъ въ карманѣ или подъ мышкою.

На этой же подковѣ можно показать измѣняемость ея формы при дѣйствіи даже небольшой силы. Для этого доста-

точно помѣстить между шипами подковы любое нагрѣтое тѣло, привязать къ одному изъ шиповъ крѣпкую нитку и слегка потянуть за нее. Тогда нагрѣтое тѣло тотчасъ выпадаетъ. Очевидно, что разстояніе между *A* и *B* увеличилось, и что подкова разогнулась.

Въ заключеніе замѣчу, что идея описаннаго прибора не нова; въ нѣсколько иной формѣ ее осуществилъ раньше С. Н. Дрентельнъ. *В. Лермантовъ.*

2. *Механическое усовершенствованіе въ микроскопѣ.* Современная оптика въ примѣненіи къ микроскопу сдѣлала столь большіе успѣхи, что совершенно естественно выдвинулся вопросъ о соотвѣтственномъ усовершенствованіи его механической стороны. На это обстоятельство обращали свое вниманіе различные оптики и механики. Мы опишемъ здѣсь конструкцію штатива, придуманную въ послѣднее время въ вѣнскомъ оптическомъ институтѣ Рейхерта.



Фиг. 2.

Рейхертъ прежде всего измѣнилъ общую форму штатива, какъ это видно на фиг. 2. Здѣсь прежде всего обращаетъ на себя вниманіе часть подставки K, которая одновременно служитъ удобною рукояткою при переносѣ микроскопа; а затѣмъ шарниръ

Sch, который позволяетъ очень просто превращать вертикальную установку микроскопа въ наклонную и даже въ горизонтальную. Но особенность штатива конструкціи Рейхерта состоитъ въ чрезвычайно плавномъ и медленномъ перемѣщеніи оправы микроскопа по отношенію къ визируемому предмету, что весьма важно при установкѣ на фокусъ микроскопа съ большимъ увеличеніемъ. Съ этой цѣлью Рейхертъ устроилъ винтъ S_2 для быстраго движенія и приблизительной установки и особый винтъ d для очень медленнаго движенія и окончательной установки.

Какъ видно изъ детальнаго чертежа вверху, (фиг. 3), вращеніе этого винта mm' передается маленькой наклонной плоскости E, которая въ свою очередь медленно вращаетъ маленькое колесо r и поднимаетъ или опускаетъ оправу микроскопа. Крайніе предѣлы этого перемѣщенія достигаютъ всего 3 mm., а одинъ полный оборотъ винта перемѣщаетъ оправу всего на 0.1 mm. Такъ какъ головка винта раздѣлена при этомъ на 100 частей, то очевидно, что это приспособленіе позволяетъ довести установку микроскопа на фокусъ съ точностью до 0,001 mm.

Библіографія.

1. *Kleiber*, *J.* Lehrbuch der Physik für humanistische Gymnasien. München und Berlin, 1903, X+319 S. Druck und Verlag von R. Oldenbourg. 2-te Auflage.

2. *Kleiber*, *J.* Lehrbuch der Physik für realistische Mittelschulen. München, 1903, VIII+387 S. Druck und Verlag von R. Oldenbourg. 4-te Auflage.

3. *Kleiber—Karsten.* Lehrbuch der Physik. München und Berlin, 1902, VIII+351 S. Druck und Verlag von R. Oldenbourg.

Эти учебники по характеру изложенія и по содержанію незначительно отличаются другъ отъ друга, а потому мы остановимся на болѣе подробномъ разсмотрѣніи перваго изъ нихъ, относительно же другихъ ограничимся только краткими замѣчаніями.

Учебникъ, предназначенный для классическихъ гимназій, замѣтно отличается отъ курсовъ физики русскихъ гимназій, какъ по объему, такъ и по характеру изложенія. Авторъ придалъ своему изложенію почти исключительно описательный характеръ. Проведеніе въ учебникѣ объединяющаго механическаго начала почти отсутствуетъ, и внутреннее содержаніе явленія остается, за рѣдкими исключеніями, не выясненнымъ, а потому философская сторона физическихъ дисциплинъ изъ этого учебника устранена.

Въ силу сказаннаго учебникъ Клейбера имѣетъ пропедевтическій характеръ и, какъ таковой, можетъ быть съ пользой употребляемъ для подготовки учащихся къ дальнѣйшему, болѣе серьезному изученію физики. Но для тѣхъ учащихся, которые заканчиваютъ изученіе физики въ средней школѣ, не хватаетъ заключительнаго обзора, объединяющаго изученныя, съ внѣшней стороны, явленія на почвѣ механики. Такой обзоръ авторъ могъ бы сдѣлать въ своемъ заключительномъ прибавленіи къ курсу, содержащемъ изложеніе основъ механики. Прибавленіе, въ теперешнемъ его видѣ, на нашъ взглядъ, должно быть разсматриваемо, какъ самое слабое мѣсто книги, ибо изложеніе основъ динамики, данное г. Клейберомъ, совершенно не соотвѣтствуетъ строгой логикѣ раціональной механики.

Учебникъ написанъ живымъ и яснымъ языкомъ; правда, научность мѣстами оставляетъ желать лучшаго, но этотъ недостатокъ происходитъ естественно отъ пропедевтическаго характера изложенія и отъ желанія автора, вопреки этому, теоретизировать по поводу описываемыхъ явленій. Книга получила бы большую цѣнность, если бы авторъ держался строго пропедевтической формы изложенія и уже въ концѣ далъ бы выше упомянутый объединяющій обзоръ, изложивъ достаточно научно основы кинематики и динамики.

Издана книга хорошо; рисунки отчетливы и часто очень остроумны. Всѣ важнѣйшія формулы и положенія выдѣлены особыми рамками, такъ что невольно должны останавливать на себѣ вниманіе учащихся. Пріятной стороной учебника является еще обиліе пояснительныхъ примѣровъ и задачъ. Въ качествѣ приложенія данъ интересный рядъ біографій выдающихся физиковъ.

Въ учебникѣ для реальныхъ училищъ матеріалъ распредѣленъ нѣсколько въ иномъ порядкѣ; обращено больше вни-

манія на снаряды, имѣющіе техническое значеніе. Дополнительныя главы изъ механики помѣщены также въ концѣ книги и нѣсколько расширены. Характеръ изложенія тотъ же, что и въ первомъ учебникѣ.

Физика для техниковъ переработана г. Клейберомъ въ сотрудничествѣ съ Карстеномъ; въ обработкѣ отдѣльныхъ частей принимали участіе преподаватели: О. Герлахъ (акустика и оптика), М. Лилге (паровыя машины) и І. Мюллеръ (электрическій токъ).

Здѣсь распредѣленіе матеріала рѣзко иное, сравнительно съ первыми двумя книгами: вначалѣ поставлена кинематика и динамика. Хотя мы и не можемъ согласиться съ даннымъ авторомъ изложеніемъ основъ механики, оно принадлежитъ г. Клейберу, но должны признать, что распредѣленіе матеріала и толкованіе явленій сдѣлано здѣсь болѣе послѣдовательно и научно, чѣмъ въ выше разсмотрѣнныхъ.

Согласно спеціальному назначенію учебника въ немъ дано болѣе подробное изложеніе главъ, касающихся устройства различныхъ машинъ. *І. К.*

4. *Leppin & Masche.* Berichte über Apparate und Anlagen. Berlin. 1902—1904.

Фирма Лепина и Маше въ Берлинѣ въ дополненіе къ своему каталогу физическихъ инструментовъ стала въ послѣднее время періодически выпускать подъ приведеннымъ выше заглавіемъ извѣстія о новыхъ аппаратахъ, выходящихъ изъ ея мастерскихъ. Въ теченіе трехъ лѣтъ вышло такимъ образомъ 17 выпусковъ, въ которыхъ изложено много полезнаго и интереснаго. Основная мысль Лепина и Маше заключается въ томъ, что всякій каталогъ не достаточно оріентируетъ заказчика какъ при заказѣ прибора, такъ и при приведеніи его въ дѣйствіе по полученіи на мѣстѣ. Своими обстоятельно составленными и хорошо иллюстрированными извѣстіями они рѣшили устранить подобныя затрудненія и неудобства, и нужно думать, дѣйствительно, достигли намѣченной цѣли.

Не входя въ детальное перечисленіе всего здѣсь изложеннаго, отмѣтимъ лишь выдающееся: устройство и оборудованіе физическаго класса или аудиторіи съ дополненіемъ устройства физической и химической лабораторій; установка проекціоннаго фонаря и проектированіе различныхъ явленій, установка лекці-

оннаго зеркальнаго гальванометра; освѣщеніе фотографической комнаты; опыты съ радіемъ; опыты по электромагнитной индукціи; опыты съ электрическою печью Муасана и т. д.

Намъ кажется, что Лепинъ и Маше правильно взглянули на дѣло, и что ихъ извѣстія будутъ несомнѣнно полезны заказчикамъ, если это изданіе не остановится и если число подобныхъ описаній будетъ непрерывно увеличиваться.

5. *Страусъ, О. Э.* Календарь для электротехниковъ на 1906 годъ. Кіевъ, 376 стр. Ц. 1 р. 25 к.

Этотъ календарь выходитъ уже въ теченіе десяти лѣтъ и успѣлъ зарекомендовать себя, какъ полезное изданіе. Онъ содержитъ: календарныя свѣдѣнія, математическія, физическія и электротехническія таблицы; кромѣ того, книга содержитъ много цѣнныхъ практическихъ указаній.

Между послѣдними обращаютъ на себя вниманіе слѣдующіе отдѣлы: разцѣнка приборовъ и матеріаловъ, стр. 314—321; алфавитный указатель новыхъ таможенныхъ тарифовъ на техническія принадлежности и машины, вывозимыя изъ за границы, стр. 322—334; адресы электротехническихъ фирмъ въ Россіи и заграницею, стр. 335—367; списокъ приборовъ и принадлежностей къ нимъ съ указаніемъ на фирмы, отъ которыхъ ихъ можно получить, стр. 368—376.

Такимъ образомъ этотъ календарь содержитъ кромѣ таблицъ рядъ весьма цѣнныхъ указаній для завѣдующихъ физическими кабинетами. Книжка издана изящно.

6. *Agenda Lumière pour 1906*. Gauthier Villars éditeur. Paris, 1906, 400 pages, 1 fr.

Отмѣчаемъ съ удовольствіемъ новое появленіе этого изданія, которое можетъ принести много полезнаго каждому любителю фотографу. Здѣсь собраны физическія, химическія, фотографическія данныя, рецепты и формулы. Вся книжка составлена практично и ясно, почему и пользуется въ настоящее время за границею очень большимъ распространеніемъ и успѣхомъ.
